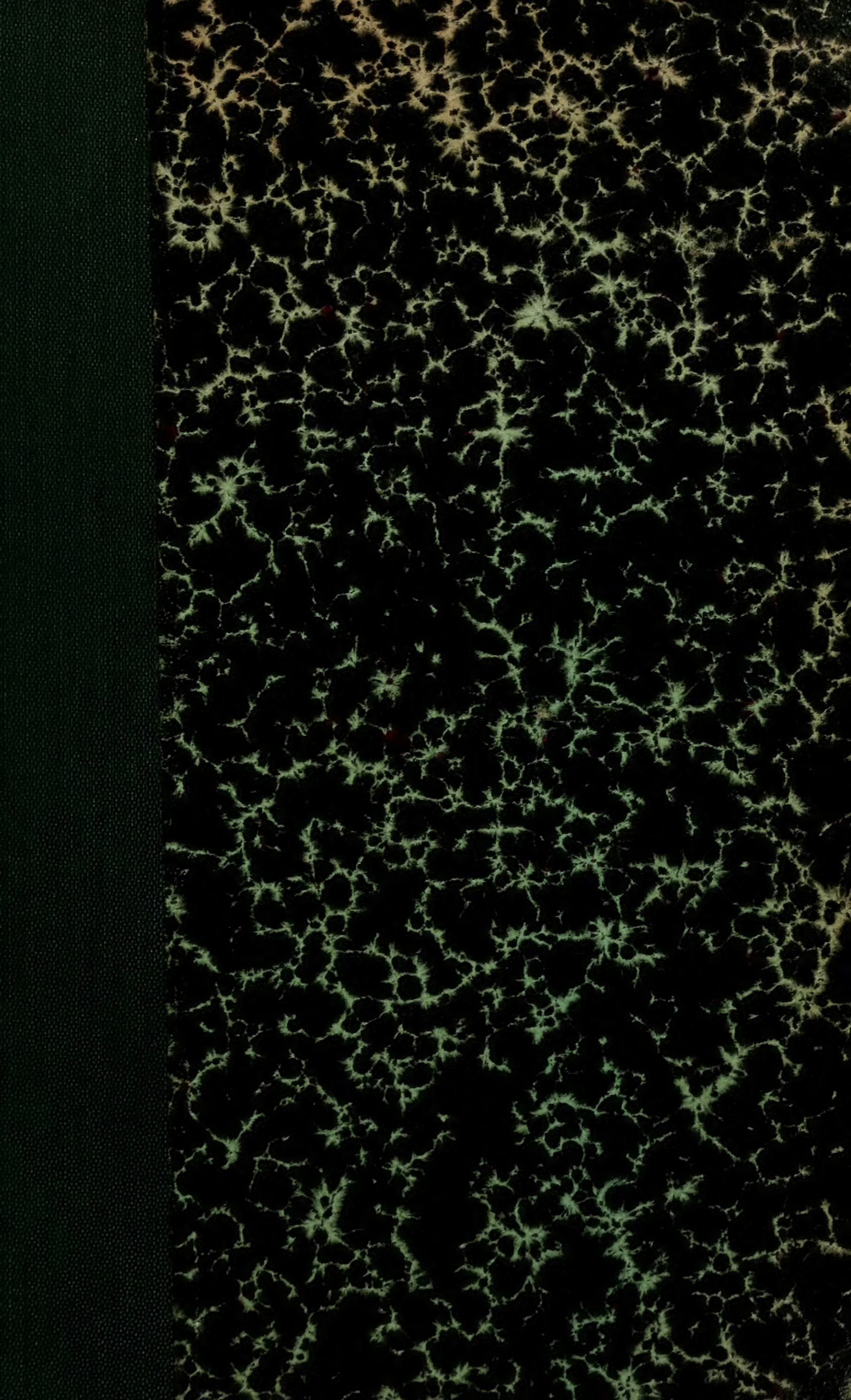
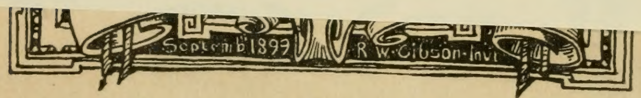



Septemb 1899
R W Gibson Inv

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Société générale d'imprimerie, successeur de Ch. Eggimann & Cie,
18, Pélisserie, Genève.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT NEUVIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME DIX-HUITIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS — H. LE SOUDIER — 174-176, Boul. St-Germain

LONDRES — DULAU & C° — 37, Soho Square

NEW-YORK — G. E. STECHERT — 9, East 16th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1904



CHARLES SORET

1854-1904

CHARLES SORET

PAR

Louis DUPARC
Professeur à l'Université de Genève.

Le 4 avril dernier, le monde scientifique genevois apprenait avec consternation la mort de Charles Soret, ancien titulaire de la chaire de physique et professeur honoraire de notre Université. Rien ne faisait prévoir cette fin rapide, quelques jours auparavant, Soret, plein de vie et d'entrain, nous parlait encore d'un travail qu'il était sur le point d'achever, aussi la nouvelle de sa mort a-t-elle causé un chagrin profond à tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent au développement scientifique de notre Université et de notre petit pays.

Charles Soret naquit à Genève le 23 septembre 1854. Il était le fils unique de Jacques-Louis Soret, le physicien bien connu dont Genève s'honore, et de Clémentine Odier, une femme de grand cœur et de haute intelligence, qui adorait son enfant et s'attacha avec cette tendresse dont les mères seules ont le secret, à développer ses dons et ses qualités naturels. Dès ses jeunes années, en effet, les parents de Soret suivirent son éducation intellectuelle et morale avec une sollicitude et un tact qui ne faiblirent pas un seul instant;

avec son père, Soret était à bonne école ; il lui donna dès le début le goût des sciences physiques et mathématiques, il ouvrit sa jeune intelligence par des discussions variées tenues sur les sujets les plus différents avec cette bonhomie qui était la caractéristique de J.-L. Soret, et plus tard ce fut encore lui qui l'initia à cette méthode scientifique aussi scrupuleuse qu'impeccable, que l'on retrouve dans tous les travaux de Charles Soret. Sa mère l'encouragea toujours dans les moments souvent difficiles des premières études ; c'est elle qui sut éveiller chez lui cette sensibilité et cette bonté qui faisaient de Soret l'homme de cœur à côté du savant.

Charles Soret fit ses premières études au collège de Genève, puis ensuite à l'ancienne Académie. Ses études classiques achevées, il subit d'abord en 1872 avec succès les examens du baccalauréat ès lettres, puis, deux ans plus tard, il devenait bachelier ès sciences mathématiques. Ennemi déclaré d'une spécialisation trop hâtive, Soret avait utilisé son séjour à l'Académie pour élargir le cercle de ses connaissances, et bien que les mathémathiques eussent été son but principal, il suivit également à cette époque de nombreux cours de sciences physiques et naturelles. Ayant épuisé les ressources que pouvait lui offrir sa ville natale, Soret se rendit à Paris pour continuer ses études à la Sorbonne. Fermement convaincu que le physicien doit être doublé d'un bon mathématicien, il travailla tout d'abord avec acharnement les mathématiques supérieures et obtint, en 1876, la licence ès sciences mathématiques. L'examen fut cette année-là particulièrement difficile et la promotion restreinte ; deux candidats furent admis sur la tota-

lité de ceux qui se présentèrent, l'un fut, sauf erreur, Poincaré, le génial mathématicien français, l'autre était Charles Soret.

Ses études mathématiques achevées, il se voua spécialement à la physique, et les deux années qui s'écoulèrent entre la date de sa licence ès sciences mathématiques et celle de la licence ès sciences physiques qu'il obtint en Sorbonne 1878 comptèrent, disait-il souvent, parmi les plus belles de sa vie. Soret était dans l'enchantement de ses professeurs ; il en fait part à plusieurs reprises à quelques-uns de ses amis avec lesquels il correspondait ; les noms de Cornu et de Sarrau, les deux illustres physiciens français, revenaient à chaque instant dans ses lettres, et il garda pour ses anciens maîtres la plus grande vénération. Je n'oubierai jamais le chagrin avec lequel Soret apprit la mort de Cornu avec lequel il était en relation continue. Cette affection de Soret pour ses anciens professeurs jette une note réconfortante sur le tableau parfois bien gris de la carrière universitaire, qui n'en est plus à compter ses déceptions et ses ingratitudes.

Entre temps, Soret avait quitté momentanément Paris pour passer le semestre d'hiver en Allemagne. A Heidelberg, il travailla la chimie minérale chez Bunsen, puis il revint à Paris qu'il quitta définitivement quelque temps après pour rentrer à Genève où la chaire de minéralogie venait de lui être offerte. Cette chaire était jadis réunie à celle de chimie minérale illustrée par Marignac qui fut, comme on le sait, un des grands chimistes de notre époque. Après la retraite de Marignac, la minéralogie ayant été séparée pour des motifs de convenance personnelle, fut tout d'abord abandon-

née à un intérimaire pendant quelques mois, puis confiée définitivement à Charles Soret en 1879 en qualité de professeur suppléant, titre qui fut transformé le 26 juillet 1881 en celui de professeur ordinaire.

Soret, qui était d'une grande timidité et d'une parfaite modestie, eut beaucoup de peine à se décider à accepter l'enseignement qui lui était proposé; ce qu'il aimait avant tout, c'était les recherches originales et, sans les conseils de son père et de ses amis, il y a lieu de croire qu'il ne fût jamais devenu professeur à l'Université. Il lui fallait créer de toutes pièces un enseignement qui, en devenant distinct de celui de la chimie, se trouvait forcément nouveau; il n'existait à cette époque ni matériel de démonstration, ni collections, ni laboratoire de recherches. Soret ne s'embarrassa pas pour si peu, il se fit accorder deux locaux inoccupés à l'école de chimie, l'un devint une salle de cours, l'autre son laboratoire. Que dire de ce laboratoire? C'était une chambre banale bien plus qu'un laboratoire au vrai sens du mot. Cette chambre installée d'une façon plus que primitive, devait servir à la fois aux manipulations chimiques, aux mesures optiques et aux déterminations cristallographiques. C'est cependant dans ce local si imparfait que Soret fit une grande partie de ses travaux, et parmi les meilleurs, ce qui démontre une fois de plus que l'homme qui a quelque chose en lui-même ne s'arrête pas aux difficultés que lui opposent les circonstances.

Quant au matériel d'enseignement, un modeste crédit lui permit d'aller au plus pressé et de se procurer les instruments les plus indispensables; il n'hésita pas d'ailleurs à se faire constructeur, le cas échéant,

et le laboratoire de minéralogie de l'Université possède encore aujourd'hui une collection didactique de grands modèles de cristaux, qui ont été dessinés, découpés et monté par Charles Soret. Un généreux donateur enfin, feu Alphonse Favre, le géologue de la Savoie, fit cadeau au laboratoire naissant de sa collection minéralogique.

Soret commença son enseignement qui, dès le début, eut un succès de bon aloi. Sa parole était sobre et élégante, la clarté de son exposition parfaite, et il sut donner à une science qui a la réputation imméritée d'ailleurs d'être ingrate, un attrait suffisant pour que des étudiants, qui n'étaient point des spécialistes, vinssent cependant travailler dans son laboratoire pour leur simple érudition personnelle.

Après sa première leçon, Soret s'était déjà mis au travail; en 1879 et 1880, il publia successivement deux notes sur l'état d'équilibre que prend au point de vue de sa concentration une dissolution saline, primitivement homogène, dont deux parties étaient portées à des températures différentes. Ses expériences furent faites sur le chlorure de sodium, l'azotate de potasse et le chlorure de lithium. Ces solutions étaient placées dans des tubes de verre effilés aux deux bouts et fermés à une extrémité ; ces tubes étaient maintenus à deux températures constantes, l'une de 78°, l'autre de 15 à 18° ; il employait pour cela une chaudière spéciale qui permettait de maintenir l'une des moitiés du tube à la température élevée, l'autre à la température basse. L'expérience durait de dix à cinquante jours ; il cassait ensuite les tubes, laissait couler la solution qu'il divisait en trois parties, correspondant à la partie chaude, la

partie froide et la région médiane, puis il procédait ensuite à l'analyse des solutions.

Les résultats de ce travail n'ont été véritablement mis en lumière qu'une vingtaine d'années plus tard par les chefs de l'école pétrographique moderne, qui ont compris tout le parti qu'on pouvait tirer des conclusions de Soret pour la différenciation des magmas. Soret démontrait, en effet, que la concentration de la solution se fait dans la partie froide aux dépens de la partie chaude, que la différence croît avec la concentration primitive des liquides, et pour une même concentration absolue, qu'elle est d'autant plus grande que le poids moléculaire du sel est plus élevé. Cette loi s'appelle aujourd'hui « la loi de Soret », elle n'est ignorée d'aucun physicien ni d'aucun pétrographe.

Une année plus tard, Soret communiquait aux *Archives des Sciences physiques et naturelles* une note en collaboration avec Alphonse Favre, sur la reproduction artificielle de la Gaylussite obtenue par l'action d'une solution aqueuse de silicate de soude, sur une coquille d'escargot en présence de matière organique ; puis, en 1883, Charles Soret publiait simultanément dans les *Archives* et dans la *Zeischrift für Krystallographie* un travail important sur un réfractomètre destiné à la mesure de la réfraction et de la dispersion chez les corps cristallisés. Soret avait, en effet, entrepris à son arrivée à Genève un grand travail d'ensemble sur la réfraction et dispersion dans la série isomorphe des aluns, et il était arrivé rapidement à la conviction que seules les méthodes basées sur la réflexion totale pouvaient se prêter avantageusement à des recherches de cette nature.

Une étude approfondie des différents appareils qui existaient à cette époque, notamment du réfractomètre de Kohlrausch, l'avait conduit à modifier tout d'abord légèrement ce dernier, qui, comme l'on sait, donne des résultats qui sont tributaires des impuretés du sulfure de carbone. Il arriva, à la suite de cette étude, à se convaincre que tous les instruments qui existaient alors, se prêtaient mal à l'étude de la dispersion, ce qui l'amena à rechercher un appareil plus pratique pour les études qu'il se proposait de mener à chef. Son appareil, très puissant, mais qui exige la lumière solaire, est basé sur le principe de Kohlrausch; la lumière est envoyée sur la plaque à étudier par un collimateur immobile et arrive de là après réflexion sur la plaque dans un spectroscope à vision directe, liée aux axes qui portent le corps réfringent par un mécanisme permettant d'obtenir une incidence variable, sans que les rayons réfléchis cessent de tomber sur la fente. Pour cela il faut que l'axe du vernier reçoive un déplacement angulaire qui soit la moitié de celui du spectroscope et que l'on puisse à volonté rompre ou rétablir la liaison des pièces supportant le cristal avec le spectroscope lui-même. Le dispositif imaginé par Soret est extrêmement ingénieux; il montre chez lui une connaissance très complète de la mécanique. C'est avec cet appareil qui lui permettait de déterminer les indices pour toutes les raies de Fraunhofer que Soret fit son grand travail qui parut dans les *Archives* en 1884 avec une note préliminaire publiée en 1883. Soret se proposait d'étudier, au point de vue de la variation des indices de réfraction, une série isomorphe naturelle aussi complète que possible, et d'y vérifier, le cas

échéant, la loi de la constance du volume moléculaire. Il choisit la série des aluns qui répondent, comme on sait, à la formule $R_2(SO_4)_3 + R_2SO + 24H_2O$ et détermina les indices pour huit rayons du spectre visible, à savoir : *a*BCDE*b*FG. Les aluns étudiés par Soret correspondaient à $R_2 = Al_2\ In_2 Cr_2 Fe_2 Ga_2$ avec $R'_2 = NH4_2 K_2 Na_2 Rb_2 Cs_2 Tl_2$ et quelque amines.

Le travail comportait trois parties : 1° la préparation et la purification des aluns ; 2° la détermination des indices; 3° la détermination des densités. Il faut avoir travaillé soi-même dans ce sujet pour comprendre les difficultés sans nombre que Soret a dû rencontrer dans l'exécution d'un pareil ouvrage. L'obtention de produits purs est notamment d'une difficulté considérable, surtout pour certains termes de la série, mais Soret était d'ailleurs bon chimiste et ne se laissait rebuter par aucune difficulté.

Ce travail, qui est un modèle du genre, est aujourd'hui cité par tous les ouvrages de cristallographie ou de minéralogie chimique. En ce qui concerne la constance du volume moléculaire, les chiffres donnés par Soret montrent à l'évidence que la loi n'est qu'approchée, même dans les séries à poids moléculaires élevés. Cependant, d'après lui, les variations que présentent les aluns montrent une certaine régularité ; ainsi dans les aluns de chrome d'alumine et de fer, avec les termes R' correspondants, ces différences ont le même signe et sont dans chaque série du même ordre de grandeur. Seuls les aluns de thallium présentent des irrégularités importantes ; Soret les attribuait déjà aux difficultés inhérentes à la préparation des aluns de cette série.

Plus tard, en 1889, Soret publia, en collaboration avec l'auteur de ces quelques lignes, une note dans les *Archives* sur le poids spécifique de l'alun de thallium, où il rectifia ses premiers chiffres et montra que les aluns en question rentrent en somme dans le cas général, malgré certaines anomalies qui restent encore peu expliquées.

Entre temps, Charles Soret publia plusieurs petites notes sur divers sujets ; en 1884, il détermine les formes cristallines d'un certain nombre de composés organiques et résume ses recherches dans une petite notice parue dans les *Archives ;* la même année, il publie dans le dit journal un travail théorique important sur la polarisation rotatoire naturelle dont il examine les causes possibles, en montrant la liaison indiscutable du phénomène avec l'énantiomorphisme ; la même année enfin, il donne une petite note additive à son premier travail sur les dissolutions salines, en indiquant les résultats obtenus par lui en opérant cette fois sur le iodure et le bromure de potassium, le bichromate de potasse, le sulfate et l'azotate de soude et enfin le sulfate et l'azotate de cuivre ; ces résultats confirmaient d'ailleurs pleinement ses premières expériences.

C'est en 1885 que Soret commença à s'occuper de la réflexion totale à la surface des milieux biréfringents ; l'optique fut, en effet, toujours sa science favorite, il y pensait incessament et se posait volontiers les problèmes les plus ardus que, grâce à sa forte culture mathématique, il résolvait presque toujours avec la plus grande facilité. La mesure des indices de réfraction des cristaux a deux axes optiques par les méthodes de

la déviation minima sont fort longues, d'une application souvent très difficile et d'une exactitude douteuse quand il s'agit de très petits cristaux qu'il est malaisé de tailler en prismes orientés d'une manière convenable.

Soret désirait vivement trouver une méthode plus simple et plus applicable aux exigences de la cristallographie courante ; il avait tout naturellement songé à cette réflexion totale qu'il connaissait si bien, et dans le développement de laquelle son nom occupe une si large place. Sa première note sur le sujet date de juillet 1885 et est une simple relation avec commentaires d'un travail récemment paru de Th. Liebisch sur l'interprétation de la réflexion totale à la surface des corps biréfringents.

Le travail original de Soret ne parut que trois ans plus tard, en 1888, simultanément dans le *Journal de Groth* et dans les *Archives*. Soret y démontrait que la méthode de la réflexion totale était applicable à une face taillée d'une manière quelconque, qui pouvait toujours donner la solution complète du problème de la détermination des trois indices principaux d'un cristal biaxe à condition d'opérer sur une plaque qui n'entame pas le cône de réfraction conique intérieur. Il reste cependant une indécision relativement à l'indice n_m, qui peut correspondre à l'un des deux angles limites intermédiaires, entre celui donnant n_g et celui donnant n_p. Cette indécision peut être levée d'ailleurs par l'étude d'une seconde plaque orientée différemment de la première. Ce travail de Soret peut être considéré comme capital ; il a ouvert une voie nouvelle et féconde aux cristallographes et physiciens, et tout récemment encore, quelques jours avant sa mort, Cornu montrait

qu'une application judicieuse de la projection stéréographique permet de supprimer l'examen de la seconde face et de lever l'indécision qui reste sur la valeur de n_m.

Les sujets dans lesquels Soret travaillait n'étaient point de ceux qui sont accessibles à tout le monde ; cela fera comprendre pourquoi son travail sur la réflexion totale, si apprécié par les gens compétents, n'a peut-être pas trouvé dans les milieux scientifiques moins spécialisés tout le succès qu'il était en droit d'attendre.

En l'année 1887, la mort d'Elie Wartmann laissa vacante la chaire de physique de l'Université de Genève. Cette chaire fut offerte à Charles Soret qui fut nommé professeur ordinaire le 11 mars 1887. Je n'oserai point dire que cette nomination lui fut particulièrement agréable, la petite chaire de minéralogie lui laissait beaucoup de temps pour ses travaux personnels ; la chaire de physique, plus considérable, avait des exigences plus grandes au point de vue de l'enseignement et il ne se dissimulait pas qu'il aurait, dès le début, de gros efforts à faire pour développer l'enseignement pratique de la physique qui, à cette époque, était encore très rudimentaire. Il accepta néanmoins sur les instances réitérées de ses amis et, le 11 septembre 1888, il envoyait sa démission de professeur de minéralogie, avec cette satisfaction cependant de penser qu'il avait fait des élèves qui sauraient continuer son œuvre et développer cette science dont il avait créé l'enseignement à Genève.

En quittant la chaire de minéralogie, Soret voulut cependant résumer l'enseignement qu'il avait donné

pendant onze ans à la Faculté des sciences en un ouvrage didactique touchant plus spécialement à la cristallographie, c'est ainsi qu'il publia en 1893 ses *Eléments de cristallographie physique*. Cet ouvrage, d'une clarté admirable et d'une précision rare, expose les principes généraux de la cristallographie géométrique et physique, d'après les théories les plus modernes de la science. Soret s'y montre d'une érudition consommée, et la partie physique de sa cristallographie peut être considérée aujourd'hui comme un modèle du genre.

Aussitôt entré en fonction, Soret s'occupa tout d'abord d'organiser l'enseignement de laboratoire ; il créa parallèlement des travaux pratiques hebdomadaires de physique destinés aux commençants, travaux qui comportaient les principales manipulations afférentes aux différentes disciplines de la physique ; puis un laboratoire de recherches originales, destiné aux spécialistes qui ne tardèrent pas à venir chez lui faire des travaux scientifiques ou des thèses de doctorat. Son cours de physique fut ce qu'était son cours de minéralogie, c'est-à-dire sobre, clair et substantiel. Appelé à enseigner, lui mathématicien, une physique plutôt élémentaire qui s'adressait à la totalité des étudiants, depuis les médecins jusqu'aux physiciens professionnels, Soret fit abstraction complète de ses goûts personnels et fit un enseignement absolument adéquat à la situation. Il était d'ailleurs la négation même de toute pédanterie, et sa grande bienveillance le rendait toujours indulgent pour les insuffisances d'autrui.

Pendant qu'il occupa la chaire de physique, Soret publia toute une série de travaux originaux, parmi lesquels on peut citer une étude sur un thermomètre à

gaz en collaboration avec Le Royer, puis une note complémentaire parue dans les *Archives* (1886) sur la réfraction et la dispersion des aluns cristallisés dans laquelle il étudiait tout spécialement les aluns de gallium. Quelque temps plus tard, il publiait en collaboration avec son père quelques considérations sur le point neutre de Brewster. Puis, en décembre 1890, il donnait une deuxième note sur la théorie de la polarisation rotatoire naturelle, destinée tout particulièrement à répondre à une note de M. Basset qui cherchait à établir que la polarisation rotatoire pouvait exister dans un milieu doué de trois plans de symétrie rectangulaires.

La mort de son père, Jacques-Louis Soret, survenue le 13 mai 1890, au moment même où Charles Soret venait d'organiser son enseignement de physique, fut pour lui un coup fatal. Louis Soret n'avait, en effet, jamais cessé d'être l'ami et le conseiller de son fils ; c'est lui qui l'avait engagé à accepter l'enseignement de la physique (il était lui-même professeur de physique médicale à l'Université) ; il s'intéressait vivement à ses travaux ; ils en parlaient ensemble lors de leur promenade hebdomadaire du dimanche au Salève et ils échangeaient leurs idées sur les sujets les plus divers de la physique. Cette mort jeta Soret dans un abattement profond ; c'est elle qui lui suggéra inconsciemment peut-être l'idée d'abandonner l'enseignement.

En 1891, Soret publiait une courte note sur quelques phénomènes curieux de réflexion totale qu'il avait eu l'occasion d'observer au cour des applications de sa nouvelle méthode pour la mesure des indices des cristaux biaxes.

En avril 1892, puis en octobre de la même année, il donna successivement deux travaux touchant à des sujets fort différents; le premier concernait la conductibilité thermique dans les corps cristallisés. le second quelques points de la théorie élémentaire la polarisation des diélectriques. Ces deux mémoires, d'ordre purement mathématique, ne pourraient être analysés ici. Il compléta, en 1894, le premier de ces deux travaux par une étude expérimentale sur les coefficients rotationnels de conductibilité thermique, qui fit l'objet de deux communications à la Société de physique en avril 1893 et décembre 1894.

Entre temps, Soret n'avait point abandonné ses études optiques et publiait, en collaboration avec Ch.-E. Guye, son successeur actuel, un mémoire sur la polarisation rotatoire du quartz aux basses températures, qui fut communiqué en extrait à l'Académie des sciences de Paris le 26 décembre 1892. On sait, à la suite des expériences de Fizeau, de J.-L. Soret et de Ed. Sarasin, que le pouvoir rotatoire du quartz croît légèrement avec la température. Les auteurs opérèrent jusqu'à — 70° pour savoir si le coefficient moyen de variation entre les températures θ et θ_{ι} continue à décroître. Les expériences portèrent sur les quartz qui avaient servi antérieurement à L. Soret et Ed. Sarasin dans leurs expériences; l'appareil nécessaire pour opérer aux basses températures fut l'objet d'un dispositif spécial. La température était évaluée avec le thermomètre à air Soret-Le Royer, le corps réfrigérent était de l'acide carbonique solide. Les résultats obtenus par les auteurs leur permirent de conclure que la formule donnée par Joubert pour la rotation du quartz

pour la lumière du sodium s'applique avec une approximation suffisante jusqu'à la température — 70°.

De 1896 à 1899, Soret s'occupa de divers sujets. Avec deux de ses élèves, MM. Borel et Dumont, il traita la question de la réfraction des solutions bleues et vertes d'aluns de chrome, et publia deux notes dans les *Archives*, la première en 1896, la seconde en 1897.

Il s'occupa aussi de l'influence des vagues sur la lumière réfléchie par les nappes d'eau, puis résuma, en 1899, dans une courte note parue dans les *Archives* les résultats de longues et patientes recherches qu'il avait entreprises sur le chlorate de soude, dans le but de se rendre compte des causes qui produisent les cristaux gauches et droits.

Le tour du rectorat étant échu à la Faculté des sciences, l'Université dans son ensemble désigna Charles Soret aux fonctions de recteur qu'il occupa pendant deux années, de 1898 à 1900. Il apporta à ces nouvelles fonctions la conscience et la rectitude qu'il apportait en toutes choses et, malgré le surcroît de besogne que lui imposa son rectorat, il n'abandonna pas un instant ses élèves et la surveillance de leurs travaux. Soret fut un recteur parfait ; il apporta dans l'exercice de fonctions administratives souvent délicates ce tact et cette bienveillance dont il ne se départissait jamais. Ses rapports avec les autorités constituées du pays furent empreints de la plus grande courtoisie et du meilleur esprit ; il sut s'attirer la sympathie de tout le monde, et on peut dire qu'il appartint à la catégorie des recteurs qu'on regrette.

Malheureusement la fatigue qui résulta de ses occupations multiples développa chez lui progressivement

l'idée d'abandonner l'enseignement. Cette idée devint bientôt une décision inébranlable. Il en avait tout d'abord parlé à quelques-uns de ses intimes, puis, quelques mois plus tard, il communiquait sa décision à ses collègues de la Faculté des sciences qui firent tous leurs efforts pour l'en faire revenir, malheureusement sans succès. Dans une petite réunion toute intime, une véritable réunion de famille, ses collègues lui exprimèrent tous leurs regrets et tâchèrent encore de le décider à conserver une partie de son enseignement ; tout fut inutile, et les instances de son collaborateur Albert Rilliet, qui avait succédé à son père, Louis Soret, et qui partageait avec Charles Soret une partie de l'enseignement pratique, ne parvinrent pas à changer sa résolution.

Le 10 juillet 1900, Charles Soret envoyait sa démission de professeur ordinaire de physique à l'Université, donnant cet exemple peu commun d'un homme se retirant dans la force de l'âge d'une situation qu'il avait occupée sans défaillir un instant jusqu'au jour même de son départ.

Pendant les trois années qui suivirent sa retraite, Soret, fatigué et malade, abandonna momentanément ses travaux scientifiques ; c'était pour lui un sujet de perpétuel chagrin et rien ne peut donner une idée de la manière dont il en a souffert.

Cependant, après un repos prolongé, sa santé s'améliora, et Soret put alors songer à reprendre ses études favorites. Il s'était installé un petit laboratoire et entreprenait bientôt l'étude de la réfraction des tourmalines, pour vérifier certains résultats obtenus par Viola sur ce minéral, résultats qui entraînaient une modification assez importante des idées de Fresnel sur

la double réfraction. Soret travaillait avec l'assiduité de ses jeunes années, et on le voyait alors aux séances de la Société de physique venir, tout joyeux et dispos, communiquer les résultats de ses premières recherches. Il en publia une partie dans une première note parue dans les *Archives*, et il rédigeait déjà la deuxième partie de ce travail qui était à peu près achevé, lorsque la mort vint brusquement le surprendre en pleine activité, au moment où ses amis se réjouissaient de le voir entièrement rétabli et escomptaient déjà pour lui et pour la science genevoise une longue et productive carrière.

Soret est mort en quelques jours d'une maladie aussi terrible qu'accidentelle et malgré les soins et le dévouement dont il a été entouré. Dès le début, il ne s'illusionna nullement sur la gravité de son état et montra une fermeté et une résignation peu commune dans la souffrance ; son grand chagrin, et il le disait à ses intimes, était de s'en aller au moment où il avait recouvré sa santé et sa vigueur intellectuelles et où il commençait à se remettre au travail.

Soret laisse une trace ineffaçable dans l'histoire du développement de notre Université ; il fut titulaire de deux chaires qui sont occupées aujourd'hui par deux de ses anciens élèves. Dans une période où trop souvent, hélas ! nos universitaires disparaissent sans qu'il soit possible de trouver un successeur parmi ceux qui furent leurs élèves et leurs disciples, le fait que je viens de citer est certainement le plus bel éloge qu'on puisse faire à Soret. La science que l'on ne garde point en égoïste, mais que l'on sait partager avec ceux qui vous entourent, est de celles qui fructifient dans le présent comme dans l'avenir.

MÉMOIRES DIVERS

DE

CHARLES SORET

1879. Etat d'Equilibre des dissolutions dont deux parties sont portées à des températures différentes. *Archives*, 1879, t. II, p. 48.

1880. Idem, deuxième note. *Archives*, 1880, t. IV, p. 209.

1881. Production artificielle de Gaylussite (avec M. Alph. Favre). *Archives*, 1881, t. V, p. 513.

1881. Le tremblement de terre du 22 juillet 1881. Résumé des documents recueillis par la Commission sismologique suisse. *Annales de l'Observatoire de Berne*, 1882.

1883. Sur un réfractomètre destiné à la mesure des indices de réfraction et de la dispersion des corps solides. *Archives*, 1883, t. IX, p. 5. Traduction allemande par le prof. Groth. *Zeitsch f. Kryst*, 1883, t. VII, p. 6.

1883. Sur la réfraction et la dispersion des aluns cristallisés. Note préliminaire. *Archives*, 1883, t. X, p. 300.

1884. Notices cristallographiques. *Archives*, 1884, t. II, p. 51.

1884. Remarques sur la théorie de la polarisation rotatoire naturelle. Première note, t. XI, p. 412.

1884. Lettre à M. Cornu à propos d'une note de M. Gramont sur la thermoélectricité du sulfate de magnésie. *Bull. Soc. Min.*, 1884, t. VII, p. 338.

1884. Etat d'équilibre des dissolutions, etc. Troisième note.

1884. Recherches sur la réfraction et la dispersion dans les aluns cristallisés. Premier mémoire. *Archives*, 1884, t. XII, p. 553.

1884. Disposition pour obtenir un faible courant d'eau constant. *Archives*, 1885, t. XIII, p. 69.

1884. Régulateur de température (avec M. Th. Lullin). *Archives*, 1885, t. XIII, p. 70.

1885. Sur la réflexion totale à la surface des corps biréfringents. *Archives*, 1885, t. XIV, p. 96.

1885. Indices de réfraction de quelques aluns cristallisés. Premier mémoire (suite). *Archives*, t. XIII, p. 5.

1886. Rapport du Sénat sur la loi de 1887.
1886. Notices cristallographiques. *Archives*, 1886, t. XVI, p. 460.
1886. Elie Wartmann (notice biographique). *Archives*, 1886, t. XVI, p. 488.
1886. Table générale des *Archives* (1846-1878).
1888. Sur un petit réfractomètre à liquides. *Archives*, 1888, t. XIX, p. 264.
1888. Note sur quelques aluns d'alumine et d'ammoniaque composées. *Archives*, 1888, t. XX, p. 64.
1888. Sur l'application des phénomènes de réflexion totale à la mesure des indices de réfraction des cristaux à deux axes. *Archives*, 1888, t. XX, p. 263. Traduction allemande par le prof. Groth. *Zeit. f. Kryst*, 1888, t. XV, p. 45.
1888. Etude d'un thermomètre à gaz de petite dimension et à réservoir mobile (avec M. A. Le Royer). *Archives*, 1888, t. 20, p. 584.
1888. Recherches sur la réfraction et la dispersion dans les aluns cristallisés (deuxième mémoire). *Archives*, 1888, t. XX, p. 517.
1889. Observations du point neutre de Brewster (avec J.-L. Soret). *C. R.*, 1888, t. CVII, p. 621; *Archives*, 1889, t. 21, p. 28.
1889. Sur le poids spécifique de l'alun du thallium (avec M. Louis Duparc). *Archives*, 1889, t. XXI, p. 89.
1889. Perfectionnement du thermomètre à air (avec M. A. Le Royer). *Archives*, 1889, t. XXI, p. 89.
1890. Théorie de la polarisation rotatoire naturelle (deuxième note). *Archives*, 1890. t. XXIV, p. 591.
1891. Sur quelques phénomènes de réflexion totale qui paraissent dépendre d'une altération des surfaces. *Archives*, 1891, t. XXVI, p. 54.
1892. Note sur la conductibilité thermique dans les corps cristallisés. *Archives*, 1892, t. 27, p. 373; *C. R.*, 1892, t. CXIV, p. 535.
1892. Sur quelques difficultés apparentes de la théorie élémentaire de la polarisation diélectrique. *Archives*, 1892, t. XXVIII, p. 347.
1892. Edition de l'ouvrage de J.-L. Soret : Des conditions de la perception du beau (avec M. M. Debrit). Genève, 1892,
1893. Sur la polarisation rotatoire du quartz aux basses températures (avec M. C.-E. Guye). *Archives*, 1893, t. XXIX. p. 242.

1893. Éléments de cristallographie physique, in-8. 653 p. Genève et Paris, 1893.

1893. Coefficients rotationnels de conductibilité thermique dans les cristaux. *Archives*, 1893, t. XXIX, p. 355.

1894. Idem (deuxième note). *Archives*, 1894, t. XXXII, p. 630.

1894. Sur la thermoélectricité de la pyrite (lettre à M. Cornu).

1896. Sur la réfraction des solutions bleues et vertes d'aluns de chrome (avec MM. Borel et Dumont). *Archives*, 1896, t. II, p. 180.

1897. Influence des vagues sur la lumière réfléchie par une nappe d'eau. *Archives*. 1897, t. IV, p. 461 et 530.

1897. Indices de réfraction des solutions bleues et vertes d'aluns de chrome (avec MM. Borel et Dumont), deuxième mémoire. *Archives*, 1897, t. III, p. 376.

1899. Causes produisant des cristaux gauches ou droits. *Archives*, 1899, t. VII, p. 80.

1902. Récepteur radiophonique au chlorure d'argent. La sensibilité radiophonique du chlorure d'argent. *Archives*, 1902, t. XIV, p. 560.

1904. Indices de réfraction de la tourmaline. *Archives*. 1904, t. XVII, p. 263 et 563.

Thèses de doctorat exécutées sous la direction de Ch. Soret.

1889. *Ch.-E. Guye*. Sur la polarisation rotatoire du chlorate de soude. *Archives*, 1889.

1891. *F.-Louis Perrot*. Recherches sur la réfraction et la dispersion dans une série isomorphe de cristaux à deux axes. *Archives*, 1890.

1892. *F. Dussaud*. Sur la réfraction et la dispersion du chlorate de soude cristallisé. *Archives*, 1892.

1893. *Ch. Borel*. Recherches des constantes diélectriques principales de quelques substances cristallisées biaxes. *Archives*. 1893.

1894. *Gust.-Ad. Borel*. Recherches sur la réfraction et la dispersion des radiations ultra-violettes dans quelques substances cristallisées. *Archives*, 1895.

1898. *Eug. Dumont*. Les propriétés magnétiques des aciers au nickel. *Archives*, 1898.

1903. *Arn. Borel*. La polarisation rotatoire magnétique du quartz. *Archives*, 1903.

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE

DU

MOUVEMENT DES CORPS

(SOLIDES ET FLUIDES)

PAR

René de SAUSSURE

CHAPITRE III

Des mouvements dans l'espace.

(Suite)

Dans le chapitre précédent, nous avons étudié les mouvements de translation et ceux de rotation, en nous basant uniquement sur les lois de la symétrie des figures. Il nous reste à étudier une troisième espèce de mouvements que nous désignerons sous le nom de *mouvements de torsion*.

Il existe en effet dans l'espace trois sortes de symétrie, dont nous allons brièvement résumer les propriétés.

De la symétrie des figures

1° *Symétrie par rapport à un point :* Deux figures ou deux corps C et C_0 de forme quelconque, symétriques l'un de l'autre par rapport à un point a, ne sont

pas superposables ; mais ces figures sont égales dans toutes leurs parties correspondantes et en outre toute droite D de la figure C est parallèle à la droite correspondante D_0 de la figure C_0.

Si l'on suppose que le corps C_0 reste fixe et que le point *a* occupe successivement une série de positions *a*, *a'*, *a''*..., la figure symétrique C occupera une série de positions C, C', C''..., et toutes ces figures C seront *égales, superposables et parallèles* entre elles. On peut donc les considérer comme les différentes positions d'une figure mobile de grandeur invariable, et le mouvement ainsi défini sera toujours un mouvement de translation puisque la figure mobile reste parallèle à elle-même. On peut donc dire que lorsqu'un corps solide C se déplace en restant symétrique d'un corps *fixe* C_0 par rapport à un point mobile *a*, ce corps solide est doué d'un *mouvement de translation*, mouvement que nous avons désigné par le symbole T.

Si le point *a* décrit une courbe, la translation est *à un paramètre* et sera représentée par le symbole T^1_m, l'indice *m* dépendant de la nature de la courbe ; la translation la plus simple de ce genre, correspond au cas où le point *a* décrit une ligne droite : c'est la translation du premier ordre à un paramètre ou translation T^1_1.

Si le point *a* décrit une surface, la translation est *à deux paramètres* et représentée par le symbole T^2_m, l'indice *m* dépendant de la nature de la surface. La translation T^2_1 correspondra donc au cas où cette surface est un plan. Enfin si le point *a* décrit tout l'espace, la translation est *à trois paramètres* et représentée par le symbole T^3_1.

L'étude des mouvements de translation d'un corps solide C est ainsi ramenée à l'étude du mouvement d'un point *a* par l'adjonction d'un corps fixe C_0, ou si l'on veut la géométrie des mouvements de translation correspond à la géométrie de l'espace ponctuel.

2° *Symétrie par rapport à un plan :* Deux figures C et C_0 symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan A, ne sont pas superposables, mais ces figures sont égales dans toutes leurs parties correspondantes. Si l'on suppose que la figure C_0 reste fixe et que le plan A occupe successivement une série de positions A, A', A'', la figure symétrique C occupera une série de positions C, C', C''..., et toutes ces figures C seront *égales et superposables* entre elles. On peut donc les considérer comme les différentes positions d'une figure mobile de grandeur invariable, et le mouvement ainsi obtenu sera par définition un *mouvement de rotation*, désigné par le symbole R.

Si le plan A enveloppe une surface développable, la rotation est dite *à un paramètre*, parce que dans ce cas le plan A n'occupe qu'une infinité simple de positions différentes; une rotation à un paramètre sera représentée par le symbole R_m^1, l'indice *m* dépendant de la nature de la surface développable ; la rotation la plus simple de ce genre, correspond au cas où la surface développable se réduit à une droite *d*, c'est à dire au cas où le plan mobile A décrit un faisceau de plans; cette rotation sera désignée par le symbole $R^1{}_1$. Dans une pareille rotation, tout point situé sur l'axe *d* du faisceau reste immobile, car l'un quelconque de ces points considéré comme lié au corps C, coïncide constamment avec le point correspondant du corps fixe C_0,

puisque tous les plans de symétrie passent par la droite *d*. Ainsi lorsqu'un corps tourne autour d'une droite fixe *d*, ce corps subit une rotation du premier ordre à un paramètre ou rotation R^1_1.

Si le plan mobile A enveloppe une surface quelconque (non développable), la rotation est dite *à deux paramètres*, parce que dans ce cas le plan A peut occuper une double infinité de positions différentes; une rotation de ce genre sera désignée par le symbole R^2_m, l'indice *m* dépendant de la nature de la surface enveloppée. La rotation la plus simple à deux paramètres correspond au cas où cette surface se réduit à un point O (situé à distance finie ou infinie), c'est-à-dire au cas où le plan A décrit une gerbe de plans; cette rotation sera représentée par le symbole R^2_1. Dans une pareille rotation, le centre O de la gerbe reste fixe, car ce centre est situé dans tous les plans de symétrie.

Enfin, si le plan mobile A occupe successivement toutes les positions possibles dans l'espace, la rotation est dite *à trois paramètres* et représentée par le symbole R^3_1.

L'étude des mouvements de rotation d'un corps solide C est ainsi ramenée à l'étude du mouvement d'un plan A par l'adjonction d'un corps fixe C_0, ou si l'on veut, la géométrie des mouvements de rotation correspond à la géométrie de l'espace considéré comme formé de plans (géométrie tangentielle).

Nous avons déjà fait remarquer que le sens attribué au mot rotation par la définition précédente permet d'établir une correspondance complète entre les mouvements de translation et ceux de rotation; en outre il ne peut exister de confusion entre la nouvelle définition

et l'ancienne, puisque la rotation au sens ordinaire du mot, c'est-à-dire la rotation autour d'un axe fixe est désormais considérée comme un cas particulier et représentée par un symbole spécial R'_1.

3° *Symétrie par rapport à une droite :* Deux figures C et C_0 symétriques l'une de l'autre par rapport à une droite *d* sont égales et superposables. Si l'on suppose que la figure C_0 reste fixe et que la droite D occupe successivement une série de positions *d*, *d'*, *d''*..., la figure symétrique C occupera une série de positions correspondantes C, C', C''..., et toutes ces figures seront *égales et superposables* entre elles. On peut donc les considérer comme les différentes positions d'une figure mobile de grandeur invariable et le mouvement ainsi obtenu sera par définition un *mouvement de torsion* représenté par le symbole T.

On dira qu'un mouvement de torsion est à *1*, *2*, *3 ou 4 paramètres* suivant que la droite mobile *d* décrit une surface réglée, une congruence de droites, un complexe ou enfin tout l'espace réglé ; ces différents genres de torsion seront représentés respectivement par les symboles T^1_m, T^2_m, T^3_m, et T^4_1, où l'indice *m* dépend de la nature du système de droites décrit par la droite *d*. Il n'existe qu'une seule espèce de torsion à quatre paramètres, puisque dans une pareille torsion, toutes les droites de l'espace entrent en jeu.

L'étude des mouvements de torsion d'un corps solide est ainsi ramenée à l'étude du mouvement d'une droite *d* par l'adjonction d'un corps fixe C_0 ; ou si l'on veut, la géométrie des mouvements de torsion correspond à la géométrie de l'espace réglé.

D'une manière plus générale, on peut dire que la

géométrie du mouvement des corps solides dans l'espace est intimément liée à la géométrie de l'espace réglé, ou mieux à la géométrie des complexes linéaires ; cela tient à ce qu'un complexe linéaire est déterminé par son axe et son paramètre et que le mouvement le plus général d'un corps solide est aussi déterminé par un axe et un pas de vis.

L'analogie entre les formules relatives aux compositions des mouvements de vis et les formules relatives aux systèmes de complexes linéaires a déjà été signalée par R. S. Ball, dans son remarquable ouvrage sur la *Théorie des vis* ; mais les systèmes de vis (screw complex) étudiés par cet auteur ne sont pas considérés comme un résultat de la géométrie des complexes linéaires : ces systèmes sont obtenus en appliquant directement les lois de composition des rotations et des translations. D'autre part, les auteurs français et allemands (Chasles, Mannheim, Schœnflies, etc.) ont employé surtout des procédés géométriques directs pour établir les lois du mouvement des corps solides ; du reste cette étude directe a aussi conduit ces auteurs à la considération d'un complexe linéaire (système focal ou Null System) associé à tout mouvement infiniment petit d'un corps solide qui possède *un seul degré de liberté*.

Il serait donc désirable de coordonner les différentes méthodes employées par les auteurs précédents en basant les lois générales du mouvement des corps uniquement sur la théorie des complexes linéaires et cela quel que soit le nombre des degrés de liberté que possède le corps mobile. Cette méthode nous conduira à des résultats pour la plupart connus séparément mais

non encore réunis dans une théorie générale; nous retrouverons également les systèmes de vis de Ball, comme une conséquence de la géométrie des complexes linéaires et non plus comme un résultat des lois de composition des mouvements ; enfin nous rencontrerons quelques théorèmes nouveaux.

§ 1. *Application de la géométrie des complexes linéaires à l'étude des mouvements infiniment petits d'un corps solide qui possède* n *degrés de liberté.*

De même que l'on peut considérer l'espace comme formé de points ou comme formé de plans (et dans ce cas les formes linéaires fondamentales sont le plan, la droite ou intersection de deux plans, le point ou intersection de trois plans), de même on peut considérer l'espace réglé comme formé de droites ou comme formé de complexes linéaires; dans ce cas les formes linéaires fondamentales sont :

Le complexe linéaire,

La congruence linéaire (ou intersection de 2 complexes linéaires).

L'hyperboloïde réglé (ou intersection de trois complexes linéaires).

Le couple de droites (ou intersection de 4 complexes linéaires).

Remarquons d'abord qu'il faut deux droites pour déterminer un couple de droites, trois droites pour déterminer un hyperboloïde, quatre droites pour une congruence linéaire et cinq droites pour un complexe linéaire.

Mais on peut dire aussi qu'un complexe linéaire est

déterminé par son axe et par son paramètre, c'est-à-dire par une droite affectée d'un cœfficient numérique (*droite cotée*), qu'une congruence linéaire est déterminée par le couple de droites qui constitue ses lignes focales, et qu'un hyperboloïde réglé dans un sens est déterminé par le même hyperboloïde réglé dans l'autre sens. Il existe donc entre les différentes formes de l'espace réglé une correspondance par dualité analogue à celle qui existe entre les différentes formes linéaires de l'espace ponctuel.

C'est ainsi que :

Une *droite* (*cotée*) correspondra au *complexe linéaire*.

Un *couple de droites* correspondra à la *congruence linéaire*.

Un *hyperboloïde* correspondra à un *hyperboloïde*.

Une *congruence linéaire* correspondra à un *couple de droites*.

Un *complexe linéaire* correspondra à une *droite* (*cotée*).

Tout mouvement infiniment petit d'un corps solide est un mouvement hélicoïdal ; si A est l'axe du mouvement et p_α le pas réduit des hélices décrites par les différents points du corps, nous dirons que la droite A affectée du coefficient p_α est un *axe coté*.

Considérons maintenant un corps mobile dont le mouvement à un instant donné est défini par un axe coté A ; toute droite B entraînée avec ce corps sera affectée d'une cote p_β qui servira à caractériser son propre mouvement et qui sera définie par la relation :

$$p_\alpha + p_\beta = p$$

p étant égal au paramètre du complexe linéaire qui a

pour axe A et qui passe par la droite B (en d'autres mots $p = d \text{ tang. } 0$, d étant la plus courte distance et 0 l'angle des droites A et B).

Il est évident que toutes les droites du corps mobile qui ont la même cote forment un complexe linéaire ayant pour axe A, car si p_β est constant, p est aussi constant.

La relation qui sert à définir la cote d'une droite B par rapport à un axe A est symétrique, c'est-à-dire que si le corps mobile subissait un mouvement de vis de pas p_β autour de la droite B prise comme axe, la droite A supposée entraînée aurait une cote égale à p_α.

Signification des cotes nulles : Lorsqu'un axe coté A est affecté d'une cote nulle ($p_\alpha = 0$), le pas réduit d'un mouvement autour de A est nul, c'est-à-dire que *l'axe A est un axe de rotation*[1] *compatible avec les liaisons.*

Lorsqu'une droite entraînée B est affectée d'une cote nulle ($p_\beta = 0$), on a $p_\alpha = p = d$ tang. 0, c'est-à-dire que le pied de la perpendiculaire commune aux droites A et B décrit un élément d'hélice normal à la droite B ; mais lorsqu'une droite est normale au déplacement d'un de ses points, elle est normale au déplacement de tous ses points, donc toutes les droites B qui ont une cote nulle sont *des droites normales aux trajectoires de leurs points.*

Puisque les droites de même cote forment toujours un complexe linéaire, on voit que *les droites nulles*,

[1] Le mot *rotation* est employé ici dans son sens ordinaire. D'ailleurs, dans tout ce paragraphe, il ne s'agit que de mouvements infiniments petits, et il ne peut y avoir qu'une espèce de rotation infiniment petite.

c'est-à-dire les droites normales aux trajectoires de leurs points forment un complexe linéaire, dont l'axe est A et dont le paramètre est égal à p_α .

Des différents degrés de liberté : Un corps solide possède n degrés de liberté lorsqu'il est susceptible de n mouvements indépendants à partir d'une position donnée. Tout mouvement résultant d'une combinaison de ces mouvements indépendants est un mouvement compatible avec les liaisons.

Théorème fondamental : Lorsqu'un corps possède n *degrés de liberté, toute droite B dont la cote est nulle pour chacun des* n *mouvements indépendants qui définissent la liberté du corps, aura aussi une cote nulle pour tout autre mouvement compatible avec les liaisons*, car dans tout mouvement résultant de plusieurs mouvements composants, l'élément de trajectoire décrit par un point de la droite B sera la résultante des éléments décrits par ce même point dans les mouvements composants ; or tous les éléments composants sont normaux à la droite B puisque par hypothèse cette droite a une cote nulle dans tous les mouvements composants, donc l'élément résultant sera aussi normal à B, c'est-à-dire que B aura une cote nulle pour tout mouvement résultant.

Puisque les droites d'un corps qui ont une cote nulle forment un complexe linéaire pour chaque mouvement indépendant, les droites qui sont nulles pour n mouvements indépendants sont les droites communes à n complexes linéaires et ces droites seront aussi nulles pour tout mouvement résultant. On en déduit les propositions suivantes :

Les droites normales aux trajectoires de leurs points

forment un complexe linéaire lorsque le corps possède un degré de liberté ; une congruence linéaire lorsqu'il en possède deux (théorème de Schœnemann-Mannheim) ; un hyperboloïde lorsqu'il en possède trois ; un couple de droites lorsqu'il en possède quatre ; enfin si le corps possède cinq degrés de liberté, il n'y a pas en général de droite nulle, mais dans ce cas il existe une droite unique à cote remarquable dont nous parlerons plus loin.

On voit que lorsqu'un corps possède plus de deux degrés de liberté, il n'y a plus que certains points du corps qui sont astreints à décrire des éléments de surface.

Si l'on appelle *mouvement à* n *paramètres* l'ensemble des mouvements dont est susceptible un corps solide qui possède n degrés de liberté, on peut dire que : tout mouvement à un paramètre peut être défini en assujettissant cinq points du corps à décrire respectivement cinq surfaces fixes données (pour chaque position du corps les cinq normales aux cinq surfaces déterminent le complexe linéaire des droites nulles) ; tout mouvement à deux paramètres peut être défini en assujettissant quatre points du corps à décrire quatre surfaces données (les quatre normales aux quatre surfaces déterminent la congruence linéaire des droites nulles) ; tout mouvement infiniment petit à trois paramètres peut être défini en assujettissant trois points du corps, convenablement choisis, à décrire trois éléments de surface donnés (les trois normales aux trois éléments de surface déterminent l'hyperboloïde des droites nulles) ; tout mouvement infiniment petit à quatre paramètres peut être défini en assujettissant deux points du corps,

convenablement choisis, à décrire deux éléments de surface donnés (les deux normales aux deux éléments de surface déterminent le couple des droites nulles); enfin un mouvement à cinq paramètres ne peut pas en général être défini en assujettissant un point du corps à décrire une surface donnée.

Deuxième signification des droites nulles : Considérons un plan lié au corps mobile et une droite nulle perpendiculaire à ce plan; *le point d'intersection de cette droite nulle avec le plan considéré est un point de la caractéristique de ce plan*, car la trajectoire de ce point d'intersection étant normale à la droite nulle est tangente au plan. On peut dire aussi qu'*une droite nulle est normale à la surface enveloppée par un plan perpendiculaire, au point où ce plan touche son enveloppe.*

Si le corps mobile possède un seul degré de liberté, les normales aux surfaces enveloppées par les différents plans du corps formeront donc un complexe linéaire. Les droites de ce complexe qui sont perpendiculaires à un plan donné P sont parallèles entre elles et situées dans un même plan N (qui est le plan polaire de leur point commun à l'infini). Ce plan N est le plan normal à la surface développable enveloppée par P, et la caractéristique du plan P est donnée par l'intersection des plans P et N. Il est évident que le plan N est le même pour tout plan parallèle à P.

Si le corps possède deux degrés de liberté, les normales aux surfaces enveloppées par les différents plans du corps forment une congruence linéaire (congruence des droites nulles). Si le corps possède trois degrés de liberté, ces normales ne forment plus qu'un

hyperboloïde, c'est-à-dire que pour qu'un plan enveloppe un élément de surface, il faut qu'il soit perpendiculaire à l'une des génératrices de l'hyperboloïde des droites nulles. Si le corps possède quatre degrés de liberté, il n'y a plus que deux droites nulles, c'est-à-dire que les plans perpendiculaires à l'une de ces droites sont les seuls qui enveloppent des éléments de surface. Enfin si le corps possède cinq degrés de liberté, il n'y a plus en général de plan qui enveloppe un élément de surface.

On peut donc dire que : tout mouvement à un paramètre peut être défini en assujettissant cinq plans du corps à rester respectivement tangents à cinq surfaces données : tout mouvement à deux paramètres peut être défini en assujettissant quatre plans du corps à rester tangents à quatre surfaces; tout mouvement infiniment petit à trois paramètres peut être défini en assujettissant trois plans, convenablement choisis, à rester tangents à trois éléments de surface (ou si l'on veut à passer par trois points fixes); tout mouvement infiniment petit à quatre paramètres peut être défini en assujettissant deux plans convenablement choisis à passer par deux points fixes; enfin un mouvement infiniment petit à cinq paramètres ne peut pas en général être défini en assujettissant un plan du corps à passer par un point fixe.

Recherche des axes de mouvements compatibles avec les liaisons : Si un corps est susceptible de n mouvements indépendants, définis par n axes cotés, il est aussi susceptible de tout mouvement résultant d'une combinaison de ces n mouvements indépendants. Pour déterminer les axes de tous les mouvements résultants

possibles, il n'est pas nécessaire de s'appuyer sur les lois de composition des mouvements (comme l'a fait R.-S. Ball dans sa théorie des vis); il suffit d'utiliser le théorème démontré plus haut : si une droite a une cote nulle pour chaque mouvement indépendant, elle aura une cote nulle pour tout mouvement résultant.

En effet, considérons un corps qui possède n degrés de liberté, c'est-à-dire qui est capable, à partir d'une position donnée, de n mouvements indépendants définis par n axes cotés. Ces n axes cotés déterminent n complexes linéaires de droites nulles ; le système S des droites communes à ces n complexes, est un système de droites nulles pour chacun des n mouvements indépendants, et par conséquent aussi pour tout mouvement résultant, ou, ce qui est la même chose, pour tout mouvement compatible avec les liaisons. Donc réciproquement, pour tout mouvement compatible avec les liaisons, le complexe linéaire des droites nulles doit contenir le système S ; d'où le théorème : *le lieu des axes de mouvement compatibles avec les liaisons est le lieu des axes des complexes linéaires qui contiennent le système S.*

D'ailleurs le pas réduit de chaque mouvement compatible avec les liaisons est égal au paramètre du complexe linéaire correspondant à cet axe, puisque nous avons vu que $p = p_\alpha$ lorsque $p_\beta = o$.

Il résulte de cette proposition, que dans tout mouvement à un paramètre, il y a un seul axe compatible avec les liaisons ; dans tout mouvement à deux paramètres, les axes compatibles avec les liaisons sont les axes des complexes linéaires qui contiennent une même congruence linéaire (congruence des droites nulles) ; dans

tout mouvement à trois paramètres, les axes compatibles avec les liaisons sont les axes des complexes linéaires qui contiennent un même hyperboloïde (hyperboloïdes des droites nulles) ; dans tout mouvement à quatre paramètres, les axes compatibles avec les liaisons sont les axes des complexes linéaires qui contiennent un même couple de droites (couple des droites nulles) ; enfin, dans tout mouvement à cinq paramètres, toute droite de l'espace est un axe compatible avec les liaisons.

Des rotations compatibles avec les liaisons : Lorsqu'un axe de mouvement a une cote nulle, le pas de vis du mouvement correspondant est nul, c'est à dire que le corps est libre de tourner autour de cet axe. Le complexe linéaire des droites nulles est alors un complexe linéaire spécial, puisque son paramètre $p = p_\alpha = 0$; ce complexe se compose alors de toutes les droites qui rencontrent l'axe de rotation. En effet, dans toute rotation une droite qui rencontre l'axe décrit un élément de cône et les points de cette droite décrivent des éléments de cercles normaux à la droite.

Ainsi, *dans tout mouvement à* n *paramètres, toutes les droites nulles rencontrent tous les axes nuls*, c'est-à-dire tous les axes de rotation compatibles avec les liaisons. Réciproquement une droite qui rencontre toutes les droites nulles est un axe nul, car une rotation autour d'une pareille droite fait décrire à tous les points d'une droite nulle quelconque des trajectoires normales à cette droite nulle, c'est-à-dire des trajectoires compatibles avec les liaisons.

Il résulte de ce qui précède, les propositions suivan-

tes : lorsqu'un corps possède un degré de liberté, il n'y a pas en général d'axe nul, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de rotation compatible avec les liaisons, car les droites nulles formant un complexe linéaire, il n'y a pas en général d'axe qui rencontre toutes les droites nulles. Lorsqu'un corps possède deux degrés de liberté, il y a un couple d'axes nuls (les deux droites focales de la congruence des droites nulles). Lorsqu'un corps possède trois degrés de liberté, les axes nuls forment un hyperboloïde (second système de génératrices de l'hyperboloïde des droites nulles). Lorsqu'un corps possède quatre degrés de liberté, les axes nuls forment une congruence linéaire (congruence des droites qui s'appuient sur les deux droites nulles). Enfin, lorsqu'un corps possède cinq degrés de liberté, les axes nuls ne s'appuient plus sur une même droite, puisqu'il n'y a plus de droite nulle ; dans ce cas les axes nuls forment un complexe linéaire : en effet, nous avons vu que si une droite B a une cote p_β relativement à un axe A de cote p_α, réciproquement la droite A aura une cote p_α par rapport à l'axe B coté p_β. Ainsi puisque les droites nulles forment un complexe linéaire dans un mouvement à un paramètre défini par un axe A coté p_α, réciproquement les axes nuls, dans un mouvement à cinq paramètres, formeront un complexe linéaire défini par un certain axe B coté p_β. Il y a donc réciprocité entre les droites nulles et les axes nuls, c'est-à-dire que les droites nulles dans un mouvement à n paramètres sont les axes nuls dans le mouvement correspondant à $(6 - n)$ paramètres et réciproquement.

Remarque : Tout mouvement à n paramètres peut être défini au moyen de n rotations indépendantes

(excepté lorsque $n = 1$), car un corps qui possède n degrés de liberté est un corps susceptible de n mouvements indépendants et l'on peut toujours supposer que ces mouvements indépendants sont des rotations, puisque le nombre des axes nuls est toujours au moins égal à n (excepté si $n = 1$).

Des rotations résultantes de plusieurs rotations : Tout mouvement compatible avec les liaisons peut être considéré comme une résultante des n rotations indépendantes qui définissent la liberté du corps. En particulier tout axe nul est un axe résultant des n axes nuls indépendants ; réciproquement, si n rotations ont pour résultante une rotation, l'axe de cette rotation résultante fait partie du système des axes nuls. On déduit de cette remarque les propositions suivantes :

Deux rotations indépendantes (autour d'axes non concourants) ne peuvent avoir pour résultante une rotation, puisqu'il n'y a pas plus de deux axes nuls dans un mouvement à deux paramètres. Si trois rotations ont pour résultante une rotation, l'axe résultant est situé sur l'hyperboloïde déterminé par les trois axes composants. Si quatre rotations ont pour résultante une rotation, l'axe résultant fait partie de la congruence linéaire déterminée par les quatre axes composants. Si cinq rotations ont pour résultante une rotation, l'axe résultant fait partie du complexe linéaire déterminé par les cinq axes composants.

Réciprocité des mouvements : Il résulte de tout ce qui précède qu'à chaque mouvement à n paramètres correspond un mouvement à $(6 - n)$ paramètres tel que les droites nulles de l'un sont les axes nuls de l'autre ; en outre les axes de mouvement compatibles

avec les liaisons du premier système sont les droites qui dans le second système *ont la même cote pour tous les déplacements compatibles avec les liaisons* et réciproquement.

Ainsi nous avons dit que dans les mouvements à cinq paramètres il n'y avait pas en général de droite nulle, mais qu'il existait une droite unique ayant une cote remarquable. En effet, dans tout mouvement à un paramètre il y a un axe A qui affecté d'une cote convenable p_α est un axe compatible avec les liaisons; toute droite B du corps a alors une cote déterminée p_β. Dans le mouvement réciproque (à cinq paramètres), toute droite B de l'espace est un axe possible de mouvement si on l'affecte de la cote p_β et la droite A est la seule droite qui ait toujours la même cote (p_α) pour tous les déplacements dont le corps est susceptible.

On peut remarquer que *si une droite a la même cote dans plusieurs mouvements indépendants, cette droite aura encore la même cote dans tout mouvement résultant des premiers.*

Des systèmes d'axes cotés introduits par R. S. Ball : Nous avons dit que si l'on désigne par S le système des droites nulles relatif à un corps qui possède n degrés de liberté, le lieu des axes de mouvement compatibles avec les liaisons est le lieu des axes des complexes linéaires qui contiennent le système S.

Si le corps possède un degré de liberté, les droites nulles forment un complexe linéaire; il n'y a donc qu'un axe de mouvement compatible avec les liaisons, savoir l'axe de ce complexe et la cote p_α de cet axe est égale au paramètre p du complexe.

Si le corps possède deux degrés de liberté, les droi-

tes nulles forment une congruence linéaire et il y a une infinité de complexes linéaires qui contiennent cette congruence. Tous ces complexes forment ce qu'on appelle un *faisceau* de complexes linéaires et le lieu de leurs axes, c'est-à-dire des axes compatibles avec les liaisons est une surface réglée du troisième degré connue sous le nom de conoïde de Plücker (cylindroïd). Les deux droites focales de la congruence des droites nulles font partie de ce conoïde, puisque ce sont deux axes nuls; ces deux droites sont donc les axes des deux complexes linéaires spéciaux qui font partie du faisceau, et par suite leur perpendiculaire commune I est l'axe du conoïde. Montrons que toutes les génératrices de la congruence des droites nulles qui s'appuient sur une même génératrice du conoïde, rencontrent cette dernière à angle droit : en effet, puisque $p_\beta = o$ pour toute génératrice de la congruence on a $p_\alpha = p = d\ tang.\ \mathrm{O}$, p_α étant la cote d'une génératrice du conoïde, cote qui est en général différente de zéro ; donc si $d = o$ il faut que $tang\ \mathrm{O} = \infty$, c'est-à-dire que l'angle O soit droit. Ainsi, *le conoïde de Plücker est le lieu des perpendiculaires communes à la droite I et aux différentes génératrices de la congruence des droites nulles.*

Si le corps possède trois degrés de liberté, les droites nulles forment un hyperboloïde, et il y a une double infinité de complexes linéaires qui contiennent cet hyperboloïde. Tous ces complexes forment ce que l'on peut appeler une *gerbe* de complexes linéaires et le lieu de leurs axes, c'est-à-dire des axes compatibles avec les liaisons, est une congruence de troisième ordre que nous désignerons sous le nom de *congruence de Ball.* Toute génératrice de cette congruence rencontre l'hy-

perboloïde des droites nulles en deux points, c'est-à-dire qu'elle rencontre deux de ces droites nulles et l'on verrait comme précédemment qu'elle ne peut les rencontrer qu'à angle droit; donc *la congruence de Ball est le lieu des perpendiculaires communes aux génératrices d'un hyperboloïde, prises deux à deux.* Cette congruence a en outre la propriété suivante : toutes ses génératrices qui sont parallèles à un plan donné forment un conoïde de Plücker, c'est-à-dire que *toute congruence de Ball contient une double infinité de conoïdes de Plücker ;* les axes de ces conoïdes forment une nouvelle congruence qui est aussi une congruence de Ball, car la congruence de ces axes est le lieu des perpendiculaires communes aux génératrices du second système de l'hyperboloïde des droites nulles, c'est-à-dire des perpendiculaires communes aux axes nuls. Ces axes nuls sont d'ailleurs les axes des complexes linéaires spéciaux qui font partie de la gerbe.

Si le corps possède quatre degrés de liberté, les droites nulles sont au nombre de deux et il y a une triple infinité de complexes linéaires qui contiennent ces deux droites nulles. Le lieu de leurs axes, c'est-à-dire des axes compatibles avec les liaisons, est un complexe du second ordre que nous désignerons sous le nom de *complexe de Ball.*

Enfin si le corps possède cinq degrés de liberté il y a une quadruple infinité de complexes linéaires dont les axes sont compatibles avec les liaisons, c'est-à-dire que toute droite de l'espace est un axe de mouvement.

En résumé :

Dans les mouvements à un paramètre, il y a un axe compatible avec les liaisons; les droites de même cote

(en particulier les droites nulles) forment un complexe linéaire.

Dans les mouvements à deux paramètres, les axes de mouvement forment un conoïde de Plücker ; parmi ceux-ci, les axes de même cote (en particulier les axes nuls) forment un couple de droites ; les droites qui conservent la même cote pour tous les mouvements compatibles avec les liaisons forment un complexe de Ball (système réciproque du conoïde de Plücker) ; parmi ces droites, celles qui ont la même cote (en particulier les droites nulles) forment une congruence linéaire.

Dans les mouvements à trois paramètres, les axes de mouvement forment une congruence de Ball ; parmi ceux-ci, les axes de même cote (en particulier les axes nuls) forment un hyperboloïde ; les droites qui conservent la même cote pour tous les mouvements compatibles avec les liaisons, forment une congruence de Ball (système réciproque d'une congruence de Ball) ; parmi ces droites, celles qui ont la même cote (en particulier les droites nulles) forment un hyperboloïde.

Dans les mouvements à quatre paramètres, les axes de mouvement forment un complexe de Ball ; parmi ceux-ci, les axes de même cote (en particulier les axes nuls) forment une congruence linéaire ; les droites qui conservent la même cote pour tous les mouvements compatibles avec les liaisons forment un conoïde de Plücker (système réciproque d'un complexe de Ball) ; parmi ces droites, celles qui ont la même cote (en particulier les droites nulles) forment un couple de droites.

Dans les mouvements à cinq paramètres, toute droite de l'espace est un axe de mouvement ; les axes

de même cote (en particulier les axes nuls) forment un complexe linéaire ; il n'y a qu'une seule droite qui conserve la même cote pour tous les mouvements compatibles avec les liaisons.

Nous pouvons maintenant donner une définition simple du complexe de Ball, au moyen du conoïde de Plücker qui lui est réciproque. Toute droite du complexe rencontre le conoïde en trois points, c'est-à-dire rencontre trois génératrices du conoïde ; pour ces trois génératrices on a $d = o$ dans la relation :

$$p_\alpha + p_\beta = p = d \ tang \ \text{O}$$

ce qui exige $p_\alpha + p_\beta = o$ ou bien : tang $\text{O} = \infty$; or il n'y a que deux génératrices du conoïde qui puissent avoir la même cote, si donc on a $p_\beta = - p_\alpha$ pour deux des génératrices de rencontre, on doit avoir tang $\text{O} = \infty$ pour la troisième, c'est-à-dire que *le complexe de Ball est le lieu des droites perpendiculaires à une génératrice quelconque d'un conoïde de Plücker*[1].

Du mouvement des corps solides incomplets : Un corps solide incomplet est une figure géométrique supposée rigide et qui ne possède pas les éléments suffisants pour assurer par son immobilité celle d'un corps quelconque qui serait fixé à cette figure ; ainsi par exemple une droite rigide est un corps solide incomplet, puisqu'il faut au moins trois points non situés

[1] Cette démonstration a été donnée par Ball dans sa Théorie des vis.

en ligne droite pour déterminer complètement la position d'un corps.

On peut dire que toute figure géométrique pouvant glisser sur elle-même sans se déformer est un corps solide incomplet ; ces figures sont de trois espèces différentes : les surfaces de révolution, les cylindres et les hélicoïdes qui sont capables d'un mouvement (et d'un seul) sur eux-mêmes ; les cylindres de révolution, capables de deux mouvements indépendants sur eux-mêmes ; enfin la sphère et le plan capables de trois mouvements indépendants sur eux-mêmes. Ces surfaces ne sont d'ailleurs des corps solides incomplets qu'à la condition de les considérer en elles-mêmes comme des élément spatiaux et non pas comme formées de points. D'ailleurs les lois du mouvement étant indépendantes de la forme et de la grandeur des figures, rien n'empêche de réduire chaque corps solide incomplet à sa plus simple expression : ainsi une surface de révolution peut être réduite à son axe de rotation, c'est-à-dire *à une série de points en ligne droite ;* un cylindre peut être réduit à une seule génératrice, pourvu qu'on empêche celle-ci de tourner sur elle-même, tout en la laissant libre de glisser dans le sens de sa direction, c'est-à-dire qu'un cylindre est équivalent à *un faisceau de plans* passant par une même droite ; un hélicoïde quelconque est équivalent à *un hélicoïde à plan directeur ;* de même un cylindre de révolution peut être réduit à son axe, c'est-à-dire à *une droite* libre de tourner ou de glisser sur elle-même ; une sphère peut être réduite à son centre, c'est-à-dire qu'elle est équivalente à *un point* unique ; enfin le dernier corps solide incomplet est *un plan* libre de se mouvoir sur lui-même.

Les lois relatives au mouvement d'un corps incomplet qui possède n degrés de liberté se déduisent immédiatement des lois relatives aux corps complets : il suffit pour les obtenir de compléter le corps considéré.

1° *Mouvement d'une droite rigide D portant une série de points :* Adjoignons à la droite D un corps solide quelconque en laissant celui-ci libre de tourner autour de D ; ce corps solide possédera un degré de liberté de plus que la droite D ; à part cela les mouvements du corps et de la droite seront soumis aux mêmes lois. Donc *le mouvement d'une droite D qui possède* n *degrés de liberté (et qui porte une série de points) est identique au mouvement d'un corps solide qui possède* n + 1 *degrés de liberté, pourvu qu'un des axes nuls de ce corps coïncide avec la droite D*, puisque le corps est libre de tourner autour de cette droite.

On en déduit les propositions suivantes :

Lorsqu'une droite possède un degré de liberté, les axes compatibles avec les liaisons forment un conoïde de Plücker qui contient la droite D et parmi ces axes il y en a un, et un seul, qui est nul (puisque l'autre axe nul est la droite D elle-même), c'est-à-dire que *tout mouvement infiniment petit d'une droite D peut être obtenu par une simple rotation* et cela n'est possible que d'une seule manière.

Lorsqu'une droite possède deux degrés de liberté, les axes compatibles avec les liaisons forment une congruence de Ball qui contient la droite D comme génératrice nulle et par suite les axes nuls forment un hyperboloïde qui passe par D.

Lorsqu'une droite possède trois degrés de liberté, les axes compatibles avec les liaisons forment un com-

plexe de Ball qui contient la droite D comme génératrice nulle et par suite les axes nuls forment une congruence linéaire qui passe par D.

Enfin lorsqu'une droite possède quatre degrés de liberté, toute droite de l'espace est un axe compatible avec les liaisons et les axes nuls forment un complexe linéaire qui passe par D.

On peut remarquer que le mouvement à n paramètres d'une droite qui porte une série de points, peut être défini au moyen de n rotations indépendantes; en effet, nous savons que tout mouvement à $n + 1$ paramètres d'un corps solide peut être défini par $n + 1$ rotations indépendantes, et comme la droite D est elle-même un des axes de rotation, le mouvement de cette droite n'est plus soumis qu'à n rotations distinctes.

On sait que dans un mouvement quelconque toute droite qui rencontre tous les axes nuls est une droite nulle.

Ainsi les normales aux trajectoires des points d'une droite formeront une congruence linéaire si la droite n'a qu'un degré de liberté ; un hyperboloïde si la droite a deux degrés de liberté; une couple de droites si la droite en a trois (c'est-à-dire que dans ce cas il n'y a plus que deux points de la droite mobile qui décrivent des éléments de surface) ; enfin si la droite a quatre degrés de liberté, il n'y a plus en général de point décrivant un élément de surface.

On obtiendrait les mêmes résultats en prenant pour point de départ les droites nulles au lieu des axes nuls. Soit D une droite dont on étudie le mouvement : supposons que cette droite fasse partie d'un corps solide qui possède un degré de liberté; les droites normales

aux trajectoires de leurs points forment un complexe linéaire ; les droites de ce complexe qui s'appuient sur D forment donc bien une congruence linéaire (et l'on peut ajouter que *les plans normaux aux trajectoires des points de la droite D passent par une même droite* qui est la seconde droite focale de cette congruence). Si le corps possède deux degrés de liberté, les droites nulles forment une congruence linéaire et les droites de cette congruence qui s'appuient sur D forment bien un hyperboloïde. Si le corps possède trois degrés de liberté, les droites nulles forment un hyperboloïde et les droites de cet hyperboloïde qui s'appuient sur D forment bien un couple de droites. Enfin, si le corps possède quatre degrés de liberté, les droites nulles forment un couple de droites qui en général ne rencontrent pas la droite D.

Il résulte de ce qui précède que tout mouvement à un paramètre d'une droite D peut être défini en assujettissant quatre points de cette droite à décrire respectivement quatre surfaces données (les quatre normales à ces quatre surfaces déterminent la congruence linéaire des droites nulles) ; tout mouvement à deux paramètres d'une droite D peut-être défini en assujettissant trois points de cette droite à décrire trois surfaces données (les trois normales à ces trois surfaces déterminent l'hyperboloïde des droites nulles) ; tout mouvement infiniment petit à trois paramètres d'une droite D peut être défini en assujettissant deux points de cette droite, convenablement choisis, à décrire deux éléments de surface donnés (les deux normales à ces deux éléments sont les deux droites nulles) ; enfin un mouvement infiniment petit à quatre paramètres d'une droite D ne

peut pas en général être produit en astreignant un point de cette droite à décrire un élément de surface.

2° *Mouvement d'un faisceau de plans :* Un faisceau de plans passant par une même droite D est un corps solide incomplet, puisqu'un pareil faisceau peut glisser parallèlement à son axe sans cesser de coïncider avec lui-même. Adjoignons au faisceau D un corps solide quelconque en laissant celui-ci libre de glisser parallèlement à D ; ce corps solide possèdera un degré de liberté de plus que le faisceau D ; à part cela les mouvements du corps et ceux du faisceau seront soumis aux mêmes lois.

Donc *le mouvement d'un faisceau de plans D qui possède* n *degrés de liberté est identique au mouvement d'un corps solide qui possède n + 1 degrés de liberté, pourvu qu'un des axes nuls de ce corps coïncide avec la droite de l'infini d'un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau D*, puisque le corps est libre de glisser parallèlement à D et qu'un pareil glissement peut être considéré comme une rotation dont l'axe serait à l'infini.

On en déduit les propositions suivantes :

Lorsqu'un faisceau de plans possède un degré de liberté, les axes de rotation compatibles avec les liaisons sont au nombre de deux (génératrices nulles d'un conoïde de Plücker), mais de ces deux axes il y en a un seul à distance finie (l'autre axe nul étant par hypothèse à l'infini) c'est-à-dire que *tout mouvement infiniment petit d'un faisceau de plans peut être obtenu par une simple rotation* et cela n'est possible que d'une seule manière. Les normales aux surfaces enveloppées par les différents plans du faisceau forment une congruence linéaire de droites qui s'appuient sur l'axe nul à distance finie et sur celui qui est à l'infini ; ces

normales sont donc toutes perpendiculaires à l'axe du faisceau et les caractéristiques des plans du faisceau sont les projections de l'axe nul sur chacun de ces plans ; le lieu de ces caractéristiques est un hyperboloïde orthogonal puisque soit les plans projetants soit les plans du faisceau passent par une même droite.

Lorsqu'un faisceau de plans possède deux degrés de liberté, les axes nuls forment un paraboloïde hyperbolique (puisqu'un des axes nuls est à l'infini). Les normales aux surfaces enveloppées par les différents plans du faisceau formeront un paraboloïde hyperbolique (second système de génératrices du paraboloïde des axes nuls). Il suffit de connaître deux rotations compatibles avec les liaisons pour déterminer complètement ce paraboloïde, puisqu'on sait déjà qu'un de ses plans directeurs est perpendiculaire à l'axe du faisceau mobile.

Lorsqu'un faisceau de plans possède trois degrés de liberté les axes nuls forment une congruence linéaire. Dans ce cas, il n'y aura plus que deux plans du faisceau qui envelopperont des éléments de surface, savoir les plans perpendiculaires aux droites focales de cette congruence. D'ailleurs la congruence des axes nuls est déterminée lorsqu'on connaît trois axes de rotation, car un des axes nuls étant par hypothèse à l'infini dans un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau, les droites focales doivent être perpendiculaires à cet axe.

Enfin, lorsqu'un faisceau de plans possède quatre degrés de liberté, les axes nuls forment un complexe linéaire, et aucun plan du faisceau n'enveloppe un élément de surface ; d'ailleurs le complexe des axes nuls sera déterminé si l'on connaît quatre axes de rotation compatibles avec les liaisons, car un des axes nuls étant

par hypothèse à l'infini dans un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau, l'axe de ce complexe doit être parallèle à l'axe du faisceau.

Il résulte de ce qui précède que : tout mouvement à un paramètre d'un faisceau de plans peut être défini en assujettissant quatre plans du faisceau à rester respectivement tangents à quatre surfaces données (les quatre normales à ces quatre surfaces déterminent la congruence linéaire des droites nulles); tout mouvement à deux paramètres d'un faisceau de plans peut être défini en assujettissant trois plans de ce faisceau à rester tangents à trois surfaces données (les trois normales à ces trois surfaces déterminent le paraboloïde hyperbolique des droites nulles); tout mouvement infiniment petit à trois paramètres d'un faisceau de plans peut être défini en assujettissant deux plans de ce faisceau, convenablement choisis, à rester tangents à deux éléments de surface donnés (les deux normales à ces deux éléments de surface déterminent le couple des droites nulles); enfin un mouvement infiniment petit à quatre paramètres ne peut pas en général être défini en astreignant un plan de ce faisceau à rester tangent à une surface donnée.

3° *Mouvement d'une surface hélicoïdale :* Soit A l'axe et p_α le pas réduit d'une surface hélicoïdale mobile. Si l'on adjoint à cette surface un corps solide quelconque, ce corps solide possédera un degré de liberté de plus que la surface hélicoïdale puisque celle-ci peut glisser sur elle-même. Les mouvements du corps et ceux de la surface seront soumis aux mêmes lois, si l'on admet que l'axe A coté p_α est un axe de mouvement compatible avec les liaisons.

On en déduit les propositions suivantes : lorsqu'une surface hélicoïdale possède un degré de liberté, le lieu

des axes compatibles avec les liaisons est un conoïde de Plücker, dont une génératrice coïncide avec l'axe A de la surface et possède un coefficient p_α égal au pas réduit de cette surface. Comme ce conoïde possède une seconde génératrice de cote p_α on peut dire que tout mouvement infiniment petit d'une surface hélicoïdale peut être obtenu au moyen d'un mouvement hélicoïdal de même pas et cela d'une seule manière. En outre le conoïde des axes contient deux génératrices nulles ; donc *tout mouvement infiniment petit d'une surface hélicoïdale peut être obtenu par une simple rotation et cela de deux manières différentes.* On continuerait l'étude des mouvements à plusieurs degrés de liberté d'une surface hélicoïdale, en employant la même méthode de raisonnement ; mais cette étude offre peu d'intérêt : les axes nuls seraient simplement remplacés par des axes de même pas que la surface hélicoïdale.

4° *Mouvement d'une droite (considérée indépendamment de ses points ou de ses plans) :* Soit D une droite mobile considérée comme élément de l'espace réglé : cette droite est libre soit de tourner soit de glisser sur elle-même. Donc, si on lui adjoint un corps solide, celui-ci possédera deux degrés de liberté de plus que la droite D, c'est-à-dire que *les mouvements à* n *paramètres d'une droite D seront soumis aux mêmes lois que les mouvements à* n + 2 *paramètres d'un corps solide pourvu que parmi les axes nuls de ce corps il y en ait un qui coïncide avec la droite D* (rotation autour de D) *et un autre qui soit à l'infini dans un plan perpendiculaire à D* (glissement parallèle à D). Comme $n + 2$ est au plus égal à 5, n sera au plus égal à 3, c'est-à-dire qu'une droite telle que D décrira une sur-

face réglée ($n = 1$), une congruence ($n = 2$) ou enfin un complexe ($n = 3$).

On en déduit les propositions suivantes : lorsqu'une droite D possède un degré de liberté, le lieu des axes nuls compatibles avec les liaisons est un paraboloïde hyperbolique (car l'hyperboloïde des génératrices nulles de la congruence de Ball a dans ce cas une génératrice à l'infini par hypothèse) ; ce paraboloïde contient aussi la droite D par hypothèse. Les normales aux trajectoires des points du corps solide adjoint forment aussi un paraboloïde (second système de génératrices) et comme toutes les trajectoires possibles des points de D se trouvent sur la surface réglée décrite par D, ce paraboloïde est le paraboloïde des normales à cette surface réglée.

Lorsqu'une droite D possède deux degrés de liberté, le lieu des axes nuls compatibles avec les liaisons est une congruence linéaire (génératrices nulles d'un complexe de Ball); or cette congruence contient par hypothèse la droite D et la droite de l'infini d'un plan perpendiculaire à cette droite, c'est-à-dire que les droites focales de cette congruence rencontrent la droite D à angle droit. Ces droites focales sont des droites nulles, donc les points de rencontre de ces droites avec D décrivent des éléments de surface respectivement normaux aux droites focales ; on voit que les droites focales de la congruence linéaire des axes nuls sont les normales aux surfaces focales de la congruence décrite par la droite D.

Lorsqu'une droite D possède trois degrés de liberté, le lieu des axes nuls compatibles avec les liaisons est un complexe linéaire (complexe des axes nuls d'un corps qui possède cinq degrés de liberté) ; or ce com-

plexe contient par hypothèse la droite D et la droite de l'infini d'un plan perpendiculaire à cette droite, c'est à-dire que l'axe du complexe rencontre D à angle droit.

5° *Mouvement d'un point :* Considérons un point M et un corps solide adjoint à ce point; toute rotation de ce corps autour d'un axe passant par le point M ne peut affecter la position du point M. Par conséquent le corps adjoint possédera trois degrés de liberté de plus que le point M et le mouvement à n paramètres de ce point sera soumis aux mêmes lois que le mouvement à $n + 3$ paramètres du corps, pourvu que l'on admette que tout axe passant par le point M est un axe de rotation compatible avec les liaisons. Comme $n + 3$ est au plus égal à cinq, n est au plus égal à deux, c'est-à-dire qu'un point peut décrire soit une ligne trajectoire ($n = 1$), soit une surface trajectoire ($n = 2$).

On en déduit les propositions suivantes : lorsqu'un point M possède un degré de liberté, les axes nuls compatibles avec les liaisons forment une congruence linéaire (congruence des génératrices nulles d'un complexe de Ball); mais toutes les droites passant par le point M font par hypothèse partie de cette congruence, donc les deux droites focales de la congruence des axes nuls passent par M et par suite cette congruence se compose de toutes des droites qui passent par M et de toutes les droites qui sont situées dans le plan P des droites focales (lequel plan P passe aussi par M). Les axes nuls qui affectent la position du point M sont donc les droites situées dans le plan P, c'est-à-dire que *tout mouvement infiniment petit d'un point M peut être obtenu au moyen d'une rotation autour d'une droite quelconque d'un plan P passant par M*. Les droites normales à la trajectoire du point M sont les droites qui rencontrent

tous les axes nuls, c'est-à-dire ce sont les droites qui passent par M et qui sont situées dans le plan P ; le plan P est donc le plan normal à la trajectoire du point M.

Lorsqu'un point M possède deux degrés de liberté, les axes nuls compatibles avec les liaisons forment un complexe linéaire (complexe des axes nuls d'un corps qui possède cinq degrés de liberté); mais toutes les droites passant par M sont par hypothèse des droites complexes; celui-ci est par conséquent un complexe linéaire spécial dont l'axe passe par M. Les axes de rotation compatibles avec les liaisons sont donc les droites qui rencontrent l'axe de ce complexe linéaire spécial; d'ailleurs cet axe rencontrant tous les axes nuls est une droite nulle, c'est-à-dire que cet axe est la normale à la surface trajectoire du point M.

6° *Mouvement d'un plan :* Considérons un plan P et un corps solide adjoint à ce plan ; toute rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan P ne peut affecter la position de ce plan. Par conséquent, le corps adjoint possèdera trois degrés de liberté de plus que le plan P et le mouvement à n paramètres de ce plan sera soumis aux mêmes lois que le mouvement à $n + 3$ paramèdu corps adjoint, pourvu que l'on admette que tout axe perpendiculaire au plan P est un axe de rotation compatible avec les liaisons. Comme $n + 3$ est au plus égal à cinq, n est au plus égal à deux, c'est-à-dire qu'un plan mobile peut envelopper soit une surface développable ($n = 1$), soit une surface non développable $n = 2$).

On en déduit les propositions suivantes : lorsqu'un plan P possède un degré de liberté, les axes nuls compatibles avec les liaisons forment une congruence

linéaire (congruence des génératrices nulles d'un complexe de Ball) ; mais toutes les droites perpendiculaires au plan P font par hypothèse partie de cette congruence, donc les deux droites focales de la congruence des droites nulles sont perpendiculaires au plan P et par suite cette congruence se compose de toutes les droites perpendiculaires au plan P et de toutes les droites situées dans un certain plan Q perpendiculaire au plan P (plan des droites focales). Les axes nuls qui affectent la position du plan P sont donc les droites situées dans le plan Q, c'est-à-dire que *tout mouvement infiniment petit d'un plan P peut être obtenu au moyen d'une rotation autour d'une droite quelconque d'un plan Q perpendiculaire à P*. Les droites normales à la surface enveloppe du plan P sont les droites qui rencontrent tous les axes nuls, c'est-à-dire ce sont les droites du plan Q qui sont perpendiculaires au plan P; le plan Q est donc le plan normal à la surface développable enveloppée par le plan P.

Lorsqu'un plan P possède deux degrés de liberté, les axes nuls compatibles avec les liaisons forment un complexe linéaire (complexe des axes nuls d'un corps qui possède cinq degrés de liberté) ; mais toutes les droites perpendiculaires au plan P sont par hypothèse des droites de ce complexe; celui-ci est par conséquent un complexe linéaire spécial dont l'axe est perpendiculaire au plan P. Les axes de rotation compatibles avec les liaisons sont donc les droites qui rencontrent l'axe de ce complexe linéaire spécial ; d'ailleurs cet axe rencontrant tous les axes nuls est une droite nulle, c'est-à-dire que cet axe est la normale à la surface enveloppée par le plan P. *(A suivre.)*

COURANT THERMO-ÉLECTRIQUE

DÉVELOPPÉ PAR

L'ÉCHAUFFEMENT D'UN FIL

PAR

F. SCHNEIDER

Zurich.

Parmi les travaux publiés sur les courants thermo-électriques, un travail récent de M. Egg-Sieberg[1] conduit à une explication tout à fait nouvelle de ces phénomènes.

Le présent travail, extrait d'un article plus étendu publié dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*[2], a pour but de soumettre ces idées à un contrôle expérimental.

Les expérience de M. Egg-Sieberg sont les suivantes :

a) Deux fils de fer, dont l'un est chauffé, sont mis en contact. Il se produit un courant qui va du fil chaud au fil froid.

b) Un fil de fer traverse une couche d'eau, on chauffe au point d'immersion. Il se produit de nouveau un courant qui part de l'endroit chauffé et se dirige vers la partie du fil immergée.

[1] E. T. Z. 1900, p. 619.
[2] E. T. Z. 1904, p. 233.

c) On promène une flamme le long d'un fil de fer fin. Le courant va dans le sens du mouvement de la flamme [1].

M. Egg-Sieberg pense que le courant est dû à la dissymétrie des chutes de température de part et d'autre de la flamme ; par exemple pour un fil de fer, le courant aurait le même sens que la chute la plus rapide de température. Les expériences *a*, *b*, *c*, telles qu'elles sont décrites, confirment cette hypothèse.

J'ai trouvé les mêmes résultats pour *b* et *c*. L'expérience *a* au contraire m'a donné un courant en sens inverse de celui indiqué, et ceci pour différentes sortes de fer. Gaugain [2] est arrivé aux mêmes conclusions, en employant du fil de fer ordinaire. Le fil de fer carburé donne par contre un courant dont le sens est celui indiqué par M. Egg-Sieberg. Il est possible que M. Egg-Sieberg se soit servi, sans le spécifier, de fil de fer carburé.

J'ai employé un fil de 0.3^{mm} et 1^{mm} de diam. et de 1 m. 50 de longueur.

De plus j'ai fait les expériences suivantes :

I. Un fil de fer est entouré sur une partie de sa longueur avec de l'amiante. On le chauffe au point où il pénètre dans cette protection thermique. La chute de température est plus rapide dans la partie du fil restée libre ; le courant se dirige vers la partie entourée par l'amiante. La différence de potentiel croît avec le temps

[1] Dans son article, M. E.-S. indique pour le courant une fausse direction; de même ses explications concernant la chute de température ne sont pas admissibles (voir *Heinke :* Handbuch der Elektrotechnik 1902, Band I. S. 262).

[2] *Annales de chimie et physique*, 3 sér. 1862, p. 91.

et atteint son maximum, environ 500,000 microvolts (0.5 volt) après 1 à 2 heures. Le fil est à une température d'environ 1000°. On laisse refroidir le fil lentement et sans le toucher à cause de sa fragilité ; si on le réchauffe, la différence de potentiel atteint presque instantanément son maximum.

II. Un fil de fer passe entre deux plaques de fer. On le chauffe à l'entrée de ces plaques. Le courant se dirige vers la partie du fil comprise entre les deux plaques.

III. On chauffe un fil de fer sur une certaine étendue et on le refroidit brusquement d'un côté. Le courant se dirige vers la partie du fil qui n'a pas été refroidie.

IV. Deux fils de fer de la même sorte, mais de différentes épaisseurs sont mis bout à bout. On chauffe les parties en contact. Il se produit un courant qui va vers le fil le plus gros.

D'après les expériences *b*, *c*, II le courant a le même sens que la chute de température la plus rapide ; c'est le contraire pour les expériences I, III, IV. *L'explication de M. Egg-Sieberg est en défaut.*

Ici comme dans le cas ordinaire, la source du courant réside dans le contact de deux corps de différente nature chimique. En effet, dans un élément thermo-électrique (oxyde de fer, fer), le courant passe de l'oxyde au fer. Dans l'expérience I, le fer s'oxyde à l'endroit où on le chauffe. Témoin la fragilité du fil. La résistance aussi avait changé ; au début la résistance était de 2 ohms, elle atteignait plus de 100.000 ohms à la fin de l'expérience. Ainsi s'explique l'accroissement de la différence de potentiel avec le temps et la grande va-

leur du maximum de celle-ci. L'amiante qui, à l'origine, devait servir à retenir la chaleur sert maintenant à protéger le fil de la flamme, c'est-à-dire à empêcher l'oxydation.

De même dans l'expérience II, les plaques de fer servent de protection contre l'oxydation. Dans ce cas encore, le courant passe de l'oxyde au fer. De même pour *b*.

Dans l'expérience III, le fer est symétriquement oxydé des deux côtés de la flamme. Les différences de potentiel se font équilibre. Mais en refroidissant une partie du fil d'un côté de la flamme, les différences de potentiel des éléments symétriques par rapport à la flamme prédominent, parce que la température y est plus élevée. Ici encore le courant passe de l'oxyde au fer.

Enfin, dans l'expérience IV, il est évident que le fil fin s'oxyde plus vite que le fil gros et par cela même le courant ira du fil fin au fil gros.

Pour l'expérience c je propose l'explication suivante : Quand la flamme est immobile, il y a équilibre entre les différences de potentiel. En promenant la flamme le long du fil il y a dissymétrie dans l'échauffement. La température la plus élevée se déplace et un courant prend naissance dans la direction du déplacement. Avec une vitesse de déplacement de 5^{mm} par sec. la différence de potentiel était environ de 900 microvolts. La résistance du fil mesurée au commencement et à la fin de l'expérience avait changé. Elle était au début de 1.98 ohms; elle montait lentement après chaque passage de la flamme pour atteindre 3.01 ohms au bout de 5 passages. Il y avait donc oxydation dissy-

métrique progressive du fil pendant la durée de chaque passage.

Quant à l'expérience *a*, je me contente, pour toute explication, de renvoyer le lecteur aux travaux très complets de Le Roux[1].

Des expériences ont été faites avec d'autres métaux (cuivre, platine, etc.) et ont mis en évidence, comme celles que je viens de discuter, que les phénomènes de M. Egg-Sieberg se produisent en raison de l'altération de la matière.

Zurich, juin 1904.

[1] *Annales de chimie et physique,* 4 sér., 10 vol., p. 201.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

pendant l'année 1903

RÉSUMÉ ANNUEL

PAR

R. GAUTIER

Directeur de l'observatoire de Genève

ET

H. DUAIME

I. *Introduction.*

Les remarques générales sur les observations météorologiques faites aux fortifications de St-Maurice contenues dans les résumés des quatre premières années, de 1898 à 1901, sont encore valables pour celles de l'année 1903. Les observations se font toujours aux quatre mêmes stations de *Lavey-village*, *Savatan*, *Dailly* et l'*Aiguille*. Nous avons seulement à rappeler ici que les deux stations principales de Savatan et de Dailly ont été munies, depuis le 1er décembre 1902, d'hygromètres à cheveux de Lambrecht et que, à partir de cette date, on y mesure trois fois par jour la *fraction de saturation*. Les deux hygromètres, vérifiés à Genève avant d'être

expédiés aux forts, ont été vérifiés à nouveau sur place le 7 octobre et trouvés parfaitement en ordre. A cette même occasion, nous avons également vérifié tous les instruments des deux stations météorologiques principales et nous n'avons trouvé que peu à changer aux corrections instrumentales déterminées antérieurement.

La seule modification un peu importante à signaler, a été le transfert, à partir du mois de mai, du baromètre de la station de Dailly, du bureau de tir au bureau de l'intendance du fort. Comme cela a déjà été indiqué dans les résumés trimestriels contenant les observations des mois de mai et de juin, l'instrument a été réparé à ce moment là; sa correction n'a pas changé, mais le nouvel emplacement étant situé à 15 mètres au-dessus de l'ancien, toutes les hauteurs barométriques de Dailly ont été augmentées en moyenne de $1^{mm}.2$ à partir du mois de juin pour les ramener à l'altitude de l'ancien emplacement du baromètre.

Le service des observations est toujours confié aux sous-officiers des forts, et nous sommes heureux de leur témoigner ici notre satisfaction pour la manière dont ils s'en acquittent. Nous profitons également de cette occasion d'exprimer notre reconnaissance à M. le colonel Dietler, chef du bureau des fortifiations, ainsi qu'à MM. les officiers placés sous ses ordres, pour la manière dont le service météorologique a marché en 1903.

La forme de la publication des *observations mensuelles* a de nouveau un peu changé de forme en 1903. Nous avons groupé ces observations en séries de trois mois, comprenant chacune une saison météorologique. La forme du *résumé annuel*, en revanche, est restée la

même et nous avons partout calculé les résultats et les moyennes pour l'*année civile*, comme pour l'*année météorologique*, quoique le détail des observations de décembre 1903 n'ait pas encore paru.

Les tableaux de ce résumé annuel sont les mêmes que ceux des précédents, augmentés de ceux relatifs à la fraction de saturation. Ils portent sur les cinq éléments météorologiques observés aux forts de St-Maurice : la *température*, la *pression atmosphérique*, l'*humidité de l'air*, la *nébulosité*, puis la *pluie* et la *neige*. Il s'y ajoute, comme l'année dernière, quelques petits tableaux supplémentaires relatifs au *brouillard*, à la *persistance de la neige* sur le sol, aux *orages* et aux cas de *fœhn*.

Nous accompagnerons seulement les tableaux de quelques explications. Les éléments sur lesquels sont basés les chiffres moyens qu'ils contiennent se trouvent d'ailleurs pour la plupart dans les tableaux mensuels publiés antérieurement.

II. *Température.*

Les *tableaux I* et *II* fournissent, pour les deux stations de Savatan et de Dailly : 1° les valeurs moyennes des températures des différentes périodes (mois, saisons, année) pour les trois époques diurnes d'observation ; 2° les températures moyennes des mêmes périodes calculées, comme dans les publications du Bureau météorologique central suisse [1], sur deux formules différentes : *a*) en prenant la moyenne arithmé-

[1] *Annalen der schweiz. meteorologischen Centralanstalt.*

I. TEMPÉRATURE. SAVATAN, 1903

Période	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne		Minimum moyen	Maximum moyen
				(7+1+9)/3	(7+1+2x9)/4		
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1902.	- 1.06	+ 0.75	- 0.50	- 0.27	- 0.33	- 2.3	+ 2.1
Janv. 1903	- 0.19	2.82	+ 0.79	+ 1.14	+ 1.05	- 2.2	4.4
Février ...	+ 2.19	5.81	3.59	3.86	3.79	+ 0.7	7.4
Mars	3.52	8 66	5.66	5.95	5.88	2.5	10.3
Avril	2.81	6.36	4.11	4.43	4.35	1.1	8.6
Mai	9.52	15.72	12.03	12.42	12.32	8.1	18.1
Juin......	11.47	16.54	14.12	14.04	14.06	10.4	18.9
Juillet	13.78	19.12	15.88	16.26	16.16	12.2	21.0
Août......	14.38	19.18	16.72	16.76	16.75	12.0	21.7
Septembre.	12.59	16.91	14.31	14.60	14.53	11.5	18.5
Octobre ...	8.63	12.34	9.60	10.19	10.04	7.0	14.0
Novembre.	+ 2.56	5.15	+ 3.36	+ 3.69	+ 3.61	+ 1.7	6.2
Décembre .	- 1.42	+ 0.83	- 0.81	- 0.47	- 0.55	- 2.4	+ 1.8
Hiver.....	+ 0.25	+ 3.04	+ 1.21	+ 1.50	+ 1.43	- 1.3	+ 4.5
Printemps.	5.31	10.29	7.30	7.64	7.55	+ 3.9	12.4
Eté........	13.23	18.30	15.59	15.71	15.68	11.5	20.5
Automne..	7.93	11.47	9.10	9.50	9.40	6.7	12.9
Année mét.	+ 6.71	+10.82	+ 8.34	+ 8.62	+ 8.55	+ 5.2	+12.6
Année civ.	+ 6.68	+10.82	+ 8.31	+ 8.60	+ 8.53	+ 5.2	+12.6

II. TEMPÉRATURE. DAILLY, 1903

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne		Minimum moyen	Maximum moyen
				(7+1+9)/3	(7+1+2x9)/4		
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1902.	- 1.64	+ 0.24	- 1.14	- 0.84	- 0.92	- 4.5	+ 1.8
Janv. 1903	- 1.20	1.70	- 0.33	+ 0.06	- 0.04	- 3.7	3.3
Février ...	+ 0.57	4.79	+ 2.12	2.49	+ 2.40	- 1.0	6.4
Mars	+ 0.37	4.48	2.33	2.39	2.38	- 1.0	6.5
Avril... .	- 1.03	1.88	0.34	0.39	0.38	- 2.7	3.9
Mai	+ 6.67	10.81	8.30	8.59	8.52	+ 4.8	12.8
Juin......	8.82	11.76	10.29	10.29	10.29	7.2	14.0
Juillet. ..	11.05	14.23	12.49	12.59	12.56	9.4	16.4
Août	11.76	16.09	13.80	13.88	13.86	9.6	17.9
Septembre	9.70	12.64	11.33	11.22	11.25	8.6	14.8
Octobre ...	6.17	9.68	7.22	7.69	7.57	+ 4.4	11.1
Novembre.	+ 0.92	3.71	+ 1.39	+ 2.01	+ 1.85	- 0.9	5.0
Décembre .	- 2 21	+ 0.39	- 1.38	- 1.07	- 1.15	- 4.0	+ 1.7
Hiver.....	- 0.80	+ 2.16	+ 0.16	+ 0.50	+ 0.42	- 3 1	+ 3.7
Printemps	+ 2.04	5.76	3.69	3.83	3.80	+ 0.4	7.8
Eté	10.56	14.05	12.21	12.28	12.26	8.8	16.1
Automne.	5.60	8 69	6.65	6.98	6.90	4.0	10.3
Année mét.	+ 4.38	+ 7.69	+ 5 71	+ 5.92	+ 5.87	+ 2.5	+ 9.5
Année civ.	+ 4.33	+ 7.71	+ 5.68	+ 5.91	+ 5.85	+ 2.6	+ 9.5

tique des trois températures moyennes diurnes, *b*) en attribuant un poids double à l'observation de 9 heures du soir; ce sont ces dernières moyennes que nous avons employées plus loin; 3° les valeurs moyennes, pour les mêmes périodes, des températures minima et maxima.

L'*année météorologique* 1903 a été un peu plus chaude, de 0°.3 environ, à Savatan et à Dailly, que l'année 1902. Nous avions conclu, par analogie avec Genève et le Grand St-Bernard, que celle-ci avait dû être à peu près normale. A Genève, l'année 1903 n'a été plus chaude que la normale que de moins de 0°.1, et au Grand St-Bernard que d'un peu plus de 0°.1. Il est donc probable que, aux forts de St-Maurice, la *température moyenne de l'année* est intermédiaire entre celles de 1902 et de 1903 et par suite un peu plus élevée que nous l'imprimions l'an dernier. Elle serait donc de 8°.3 à Savatan et de 5°.7 à Dailly; mais il est certainement prématuré d'en conclure dès maintenant la valeur à ± 0°.1 près. L'*année civile* a presque la même température que l'année météorologique; elle est un peu plus froide que celle-ci.

Les *températures moyennes mensuelles extrêmes* sont: la plus basse, celle de *décembre* aux deux stations, aussi bien décembre 1902 pour l'année météorologique que décembre 1903 pour l'année civile; la plus élevée, celle d'*août*, aux deux stations également. L'amplitude totale est moindre qu'en 1901 et qu'en 1902; elle est de 17°.1 à Savatan et de 14°.8 à Dailly.

En étudiant la *variation annuelle* de la température on constate, en 1903 comme en 1902, une anomalie

au printemps. Mais si, en 1902, c'était le mois de mai qui était, absolument parlant, plus froid qu'avril, en 1903 c'est le mois d'avril qui a été trop froid et plus froid que mars. La température moyenne de mars a été supérieure à celle d'avril de 1°.5 à Savatan et de 2°.0 à Dailly.

En comparant les températures des deux stations dans le courant de l'année, on trouve, comme toujours, une *décroissance variable avec l'altitude* suivant les saisons et les mois. Elle est donnée dans le petit tableau suivant. La différence de hauteur des thermomètres est de 563 mètres.

Saison.	Décroissance de la température.	
	Absolue.	Pour 100 m.
	°	°
Hiver	1.01	0.18
Printemps	3.75	0.67
Été	3.42	0.61
Automne	2.50	0.44

La décroissance est minimum en hiver. Le minimum absolu a lieu pour les deux mois de décembre où elle est de 0°.59 et de 0°.60, soit de 0°.10 et de 0°.11 pour 100 mètres. La décroissance maximum tombe au printemps avec un maximum absolu au mois froid d'avril où elle est de 3°.97, soit de 0°.70 pour 100 mètres.

Les cas d'*inversion de la température* entre les deux stations sont indiqués dans le petit tableau suivant. Ils sont relevés sur les tableaux des températures diurnes des différents mois :

Jours d'inversion de la température.

Décembre	1902	10 jours	Octobre	1903	1 jours
Janvier	1903	13 »	Novembre	»	6 »
Février	»	7 »	Décembre	»	10 »
Année météorol.		37 jours	Année civile		37 jours

Les cas d'inversion de la température ne se sont présentés, en 1903, que dans les mois d'hiver et d'automne. Le nombre maximum tombe en janvier. Le total annuel diffère d'ailleurs peu de celui de 1902.

Les *tableaux III* et *IV* fournissent, pour les deux stations, le classement des jours de chaque mois et de l'année d'après leur température moyenne, ces températures étant groupées entre des limites variant de 5 en 5 degrés, de — 10° à + 25° pour Savatan et de — 15° à + 20° pour Dailly. Ils indiquent en même temps, pour les différents mois et pour l'année, les jours les plus froids et les plus chauds.

Les *tableaux V* et *VI* donnent les *températures extrêmes* observées à Savatan et à Dailly ainsi que les indications sur les nombres de jours où le minimum ou le maximum sont restés au-dessous de zéro, ce qui fournit les totaux de *jours de gel* et de *jours de non-dégel.* Toutes ces indications ne peuvent être prises sur les tableaux mensuels publiés précédemment, mais elles ont été relevées sur les feuilles d'observations originales et sur les feuilles de réduction conservées à l'observatoire de Genève. D'après ces deux tableaux, l'*amplitude extrême* de la température est de 42°.2 à Savatan et de 36°.6 à Dailly.

III. Classement des températures diurnes. SAVATAN, 1903.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre -10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20	+20° et +25	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
Déc. 1902	4	11	15	1	—	—	—	- 8°.2 le 5	+ 7°.1 le 18
Janv. 1903	4	13	6	5	3	—	—	- 7.7 le 15	10.7 le 10
Février..	—	6	11	9	2	—	—	- 1.6 le 17	12.7 le 22
Mars....	—	1	14	11	5	—	—	- 1.3 le 8	14.5 le 25
Avril....	—	3	14	12	1	—	—	- 2.1 le 18	10.9 le 22
Mai.....	—	—	1	8	12	10	—	+ 4.4 le 1	19.6 le 24
Juin.....	—	—	—	4	17	6	3	7.9 le 14	24.6 le 29
Juillet...	—	—	—	—	13	14	4	11.2 le 8	22.6 le 3
Août....	—	—	—	—	11	18	2	11.4 le 16	22.6 le 9
Sept.....	—	—	—	6	9	9	6	6.5 le 16	21.9 le 5
Octobre..	—	—	3	11	12	5	—	+ 4.1 le 30	17.3 le 6
Nov.....	—	2	14	14	—	—	—	- 1.5 le 30	7.1 le 10
Déc.....	1	17	13	—	—	—	—	- 5.3 le 30	3.9 le 10
An. mét.	8	36	78	81	85	62	15	- 8.2 le 5 déc. 1902	+ 24.6 le 29 juin 1903
An. civ..	5	42	76	80	85	62	15	- 7.7 le 15 janv. 1903	id.

IV. Classement des Températures diurnes. DAILLY, 1903.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre -15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
Déc. 1902	2	2	12	14	1	—	—	-11°.0 le 5	+ 6°.0 le 17
Janv. 1903	—	4	12	9	6	—	—	- 9.5 le 14	8.5 le 6
Février..	—	—	9	11	5	3	—	- 4.9 le 3	11.3 le 23
Mars....	—	—	9	15	6	1	—	- 4.8 le 8	10.2 le 25
Avril....	—	3	9	14	4	—	—	- 6.4 le 18	6.3 le 22
Mai.....	—	—	—	6	14	9	2	+ 0.4 le 1	16.5 le 24
Juin.....	—	—	—	1	14	12	3	4.6 le 14	18.5 le 29
Juillet...	—	—	—	—	7	15	9	6.4 le 8	18.5 le 3
Août....	—	—	—	—	5	14	12	8.5 le 19	19.3 le 9
Sept. ..	—	—	—	5	9	9	7	2.3 les 14 et 16	19.8 le 4
Octobre..	—	—	—	11	10	8	2	+ 0.8 le 30	16.3 le 6
Nov.....	—	—	10	13	7	—	—	- 3.8 le 19	7.3 le 24
Déc......	—	2	17	12	—	—	—	- 7.3 le 28	4.3 le 19
An. mét.	2	9	61	99	88	71	35	-11.0 le 5 déc. 1902	+19.8 le 4 sept. 1903
An. civ..	0	9	66	97	87	71	35	- 9.5 le 14 janv. 1903	id.

V. Températures extrêmes. SAVATAN, 1903.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours	
					Minimum au-dessous de 0°	Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1902....	− 9.2	le 5	+10.0	le 18	24	7
Janvier 1903..	−12.0	le 15	13.0	le 10	21	4
Février	− 4.4	le 17	17.0	le 22	13	—
Mars	− 2.2	les 8 et 10	20.0	le 25	8	—
Avril	− 4.4	le 19	16.0	le 22	9	—
Mai	+ 3.4	les 2 et 3	27.0	le 24	—	—
Juin.........	6.4	le 15	30.2	le 29	—	—
Juillet	8.2	le 31	27.4	le 3	—	—
Août	7.2	le 16	27.8	le 8	—	—
Septembre ...	4.4	le 14	27.4	le 2	—	—
Octobre......	+ 2.4	le 20	23.0	le 8	—	—
Novembre....	− 3.8	le 30	10.8	le 10	7	—
Décembre. ...	− 7.2	le 30	8.0	le 13	26	5
Année mét...	−12.0	le 15 janv..	+30.2	le 29 juin	82	11
Année civile..		id.		id.	84	9

VI. Températures extrêmes. DAILLY, 1903.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours	
					Minimum au-dessous de 0°	Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Déc. 1902....	−12.6	le 5	+ 8.4	le 17	28	8
Janvier 1903..	−12.0	le 15	12.2	le 6	24	9
Février	− 8.0	le 17	16.2	le 23	17	2
Mars	− 7.1	le 9	15.5	le 25	22	3
Avril.	− 8.6	le 19	12.9	le 7	25	5
Mai	− 0.3	les 1 et 2	20.3	le 24	3	—
Juin.........	+ 2.2	le 15	23.7	le 29	—	—
Juillet	4.1	le 9	22.0	le 12	—	—
Août	4.6	le 16	23.5	les 9, 12 et 21	—	—
Septembre ...	+ 0.5	le 16	24.0	les 1 et 4	—	—
Octobre......	− 0.6	le 19	20.6	le 6	7	—
Novembre....	− 6.8	le 30	11.5	le 24	14	6
Décembre. ...	−10.1	le 29	6.5	le 19	27	10
Année mét...	−12.6	le 5 déc. 02	+24.0	les 1 et 4 sept.	140	33
Année civile..	−12.0	le 15 janv. 03		id.	139	35

III. *Pression atmosphérique.*

Les *tableaux VII* et *VIII* donnent d'abord, pour Savatan et pour Dailly, les valeurs moyennes de la pression atmosphériqne pour les mois, les saisons et l'année météorologique et civile. Ces valeurs moyennes sont les moyennes arithmétiques des pressions moyennes des mêmes périodes, prises aux trois époques des observations diurnes. Les colonnes suivantes des tableaux fournissent les différences entre ces moyennes des trois observations diurnes et la moyenne générale de la période.

On ne peut naturellement pas, au moyen de ces trois données, déduire la courbe de la *variation diurne* de la pression atmosphérique, mais on peut cependant constater une différence assez sensible dans l'allure des oscillations diurnes des deux baromètres placés à des altitudes différant de $564^{m}.75$.

Si l'on suit la *variation annuelle* de la pression atmosphérique par les pressions moyennes des mois, on constate, aux deux stations, un premier maximum très marqué en février; c'est le maximum principal de l'année; puis un minimum accusé en avril, qui est le minimum principal de l'année météorologique; la pression croît ensuite pour atteindre un maximum secondaire en septembre, puis diminue vers un minimum secondaire en octobre, et augmente enfin à un deuxième maximum secondaire en novembre. Le minimum absolu de l'année civile tombe en décembre 1903.

La différence moyenne annuelle de la pression entre les deux stations est de $46^{mm}.30$. Si l'on tient compte

VII. Pression atmosphérique. SAVATAN, 1903.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1902........	705.42	+ 0.15	- 0.29	+ 0.14
Janvier 1903..........	706.51	- 0.05	- 0.26	+ 0.31
Février	710.68	+ 0.02	- 0.36	+ 0.34
Mars.................	704.94	+ 0.10	- 0.30	+ 0.20
Avril	699.88	- 0.02	- 0.15	+ 0.17
Mai..................	701.59	+ 0.32	- 0.32	0.00
Juin	701.77	- 0.03	- 0.40	+ 0.43
Juillet..............	704.26	+ 0.05	- 0.35	+ 0.30
Août.................	705.20	+ 0.04	- 0.30	+ 0.26
Septembre............	705.60	+ 0.08	- 0.25	+ 0.17
Octobre	702.54	+ 0.01	- 0.22	+ 0.21
Novembre	704.42	+ 0.03	- 0.13	+ 0.10
Décembre	698.30	- 0.14	- 0.26	+ 0.40
Hiver................	707.44	+ 0.04	- 0.30	+ 0.26
Printemps............	702.16	+ 0.14	- 0.26	+ 0.12
Eté..................	703.77	+ 0.02	- 0.35	+ 0.33
Automne..............	704.17	+ 0.04	- 0.20	+ 0.16
Année météorologique .	704.37	+ 0.06	- 0.28	+ 0.22
Année civile..........	703.76	+ 0.04	- 0.28	+ 0.24

VIII. Pression atmosphérique. DAILLY, 1903.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1902........	657.71	+ 0.07	- 0.27	+ 0.20
Janvier 1903..........	658.91	- 0.10	- 0.09	+ 0.19
Février...............	663.17	- 0.12	- 0.13	+ 0.25
Mars	658.17	- 0.14	- 0.16	+ 0.30
Avril................	653.10	- 0.16	- 0.08	+ 0.24
Mai..................	656.09	+ 0.09	- 0.30	+ 0.21
Juin	656.28	- 0.16	- 0.28	+ 0.44
Juillet..............	659.01	- 0.01	- 0.22	+ 0.23
Août.................	660.33	- 0.05	- 0.07	+ 0.12
Septembre............	660.37	+ 0.08	+ 0.03	- 0.11
Octobre	656.61	+ 0.08	- 0.10	+ 0.02
Novembre.............	657.37	+ 0.06	- 0.07	+ 0.01
Décembre.............	651.20	- 0.28	- 0.10	+ 0.38
Hiver................	659.82	- 0.05	- 0.16	+ 0.21
Printemps............	655.81	- 0.07	- 0.18	+ 0.25
Eté	658.56	- 0.07	- 0.19	+ 0.26
Automne..............	658.10	+ 0.07	- 0.04	- 0.03
Année météorologique .	658.07	- 0.03	- 0.14	+ 0.17
Année civile..........	657.51	- 0.06	- 0.13	+ 0.19

des valeurs moyennes annuelles : 1° de la pression, 704^{mm}.37 et 658^{mm}.07, 2° de la température, 8°.55 et 5°.87 ; 3° de la fraction de saturation, 68 et 69 %, les tables hypsométriques de Plantamour donnent, pour la différence d'altitude entre Savatan et Dailly 561^{m}.0, valeur qui diffère de moins de 4^{m} de celle qui résulte du nivellement.

IX. Pressions extrêmes. SAVATAN, 1903.

Période	Minimum mm	Maximum mm	Amplitude mm
Décembre 1902	686.6 le 30	714.9 le 24	28.3
Janvier 1903	692.0 le 11	716.6 le 26	24.6
Février	690.4 le 2	719.2 le 21	28.8
Mars	687.6 le 3	715.2 le 22	27.6
Avril	684.2 le 23	707.7 le 4	23.5
Mai	689.2 le 4	711.2 le 16	22.0
Juin	693.3 le 19	709.6 le 30	16.3
Juillet	697.8 le 18	708.6 le 1	10.8
Août	696.3 le 14	711.0 le 27	14.7
Septembre	695.5 le 11	711.5 le 25	16.0
Octobre	691.4 le 28	707.7 le 6	16.3
Novembre	678.2 le 30	714.0 le 23	35.8
Décembre	682.9 le 1	712.0 le 21	29.1
Année météorologique.	678.2 le 30 nov.	719.2 le 21 févr.	41.0
Année civile	id.	id.	41.0

X. Pressions extrêmes. DAILLY, 1903.

Période	Minimum mm	Maximum mm	Amplitude mm
Décembre 1902	640.5 le 30	666.6 le 24	26.1
Janvier 1903	646.3 le 12	668.5 le 26	22.2
Février	643.9 le 2	672.2 le 21	28.3
Mars	641.8 le 3	667.2 le 22	25.4
Avril	638.7 le 23	659.6 le 4	20.9
Mai	644.8 le 4	666.1 le 22	21.3
Juin	649.3 le 19	663.7 le 29	14.4
Juillet	653.9 le 18	663.1 le 21	9.2
Août	652.1 le 14	665.0 le 27	12.9
Septembre	649.9 le 13	665.6 le 26	15.7
Octobre	648.3 le 28	662.7 le 6	14.4
Novembre	632.3 le 30	667.7 le 23	35.4
Décembre	636.7 le 1	665.0 le 21	28.3
Année météorologique.	632.3 le 30 nov.	672.2 le 21 févr.	39.9
Année civile	id.	id.	

Les *tableaux IX* et *X* reproduisent, pour les deux stations, les valeurs extrêmes de la pression atmosphérique, relevées sur les tableaux conservés à l'observatoire de Genève et contenant toutes les valeurs de la pression mesurée trois fois par jour et réduite à zéro.

IV. *Humidité de l'air.*

Les *tableaux XI* et *XII* fournissent, pour Savatan et Dailly et pour les treize mois, les saisons et l'année : d'abord les valeurs moyennes de la fraction de saturation aux heures des trois observations diurnes, puis la valeur de la *fraction de saturation moyenne*, enfin les minima et les maxima absolus ; lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué. Une dernière colonne fournit, par symétrie avec les tableaux analogues des résumés pour Genève et le Grand St-Bernard, la *fréquence relative de la saturation.*

Comme on pouvait s'y attendre, la fraction de saturation moyenne annuelle est un peu plus faible à Savatan qu'à Dailly, 68 °/₀ au lieu de 69 °/₀. Du reste la variation annuelle diffère d'une station à l'autre : A Savatan, le mois le plus humide est décembre 1902, puis novembre 1903 ; le mois le moins humide est mars. A Dailly, les mois les plus humides sont avril et juin et le mois le moins humide est février. Dans l'ensemble, on trouve que la fraction de saturation est sensiblement plus faible à Dailly qu'à Savatan en hiver et en automne. Elle est en revanche plus faible à Savatan au printemps et en été.

Il n'y a pas eu de cas de minimum très accusé à

XI. Fraction de saturation en %. SAVATAN, 1903.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenᵉ	Minim. absolu	Maxim. absolu	Fraction relative de la saturation
Déc. 1902..	84	77	83	81	38	100 7 fois	0.075
Janv. 1903.	66	61	68	65	30	100 1 »	0.011
Février....	59	57	65	60	32	100 2 »	0.024
Mars......	64	53	58	58	27	100 3 »	0.032
Avril	71	60	67	66	26	100 2 »	0.022
Mai.......	71	56	63	63	38	100 1 »	0.011
Juin	84	63	71	73	40	99	0.000
Juillet	78	60	71	70	41	98	0.000
Août	73	61	64	66	40	98	0.000
Septembre.	72	64	68	68	41	100 1 fois	0.011
Octobre ...	72	66	72	70	35	100 9 »	0.097
Novembre .	81	74	83	80	44	100 10 »	0.111
Décembre .	77	73	80	77	38	100 16 »	0.172
Hiver.	70	65	72	69	30	100 10 fois	0.034
Printemps.	69	56	63	63	26	100 6 »	0.022
Eté.......	78	61	69	69	40	99	0.000
Automne..	75	68	74	73	35	100 20 »	0.073
Année mét.	73	63	69	68	26	100 36 fois	0.033
Année civ.	73	62	69	68	26	100 45 »	0.041

XII. Fraction de saturation en %. DAILLY, 1903.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenᵉ	Minim. absolu	Maxim. absolu	Fraction relative de la saturation
Déc. 1902..	76	71	74	74	30	100 5 fois	0.054
Janv. 1903.	63	56	62	60	32	100 2 »	0.021
Février....	61	53	59	58	28	100 2 »	0.024
Mars......	69	62	65	65	30	100 11 »	0.118
Avril	80	74	76	77	34	100 16 »	0.178
Mai	73	65	66	68	38	100 8 »	0.086
Juin	82	74	76	77	40	100 16 »	0.178
Juillet	77	70	74	74	46	100 4 »	0.043
Août	73	64	67	68	39	100 3 »	0.032
Septembre.	73	69	70	71	35	100 8 »	0.089
Octobre ...	69	65	71	69	28	100 8 »	0.086
Novembre .	74	69	74	72	32	100 15 »	0.167
Décembre .	67	61	66	64	34	100 9 »	0.097
Hiver.	67	60	65	64	28	100 9 fois	0.033
Printemps.	74	67	69	70	30	100 35 »	0.127
Eté.......	77	69	72	73	39	100 23 »	0.083
Automne..	72	68	72	71	28	100 31 »	0.114
Année mét.	72	66	70	69	28	100 98 fois	0.089
Année civ.	72	65	69	69	28	100 102 »	0.092

aucune des deux stations. Quant aux cas de saturation, ils sont beaucoup plus nombreux à Dailly qu'à Savatan, mais cela provient surtout des mois de printemps, d'été et d'automne. La saturation se produit en effet à Dailly dans tous les mois de l'année tandis qu'il n'y en a pas eu en été à Savatan.

V. *Nébulosité.*

Dans le *tableau XIII* la nébulosité ou l'*état du ciel* aux trois stations où il est observé est indiqué de deux manières différentes : 1° par le nombre des jours *clairs*, *peu nuageux*, *très nuageux* et *couverts*, ces désignations correspondant aux valeurs moyennes de la nébulosité diurne comprises entre les limites : 0.0 et 2.5, 2.5 et 5.0, 5.0 et 7.5, 7.5 et 10.0 ; 2° par la valeur moyenne de la nébulosité de chaque période, ces valeurs moyennes étant d'ailleurs déduites des valeurs de la nébulosité des différents jours, fournies dans les tableaux mensuels.

Le mois le moins nébuleux a été février aux trois stations et ensuite vient août, aux trois stations également. Le mois le plus nébuleux a été avril à Lavey et à Dailly. A Savatan, les mois les plus nébuleux ont été ceux de juillet et de novembre. Au reste, en comparant les trois stations entre elles, on trouve en général une nébulosité plus faible à Savatan qu'on ne s'y attendait. Cependant cette année, elle n'est pas, en moyenne, plus faible qu'à Dailly.

Le *tableau XIV* donne la statistique des *jours de brouillard* aux trois stations. Les nombres qui figurent au tableau comprennent les jours où le brouillard a été

observé pendant une partie de la journée ou pendant toute la journée. Ce dernier cas est rare; il n'a été constaté qu'une fois en 1903 à Dailly et à l'Aiguille.

Si l'on compare les stations entre elles, on trouve

XIII. État du Ciel, 1903.

Période.	Lavey					Savatan					Dailly				
	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.
Déc. 1902..	7	4	5	15	6.3	4	9	4	14	6.0	8	6	5	12	5.6
Janv. 1903..	14	6	2	9	4.1	15	4	6	6	3.8	15	5	3	8	3.9
Février	14	5	3	6	3.6	15	5	4	4	3.2	14	5	3	6	3.4
Mars	11	6	4	10	4.8	12	7	5	7	4.1	12	6	4	9	4.4
Avril	6	2	7	15	6.5	6	6	5	13	5.8	4	5	5	16	6.8
Mai........	10	6	10	5	4.5	11	5	11	4	4.2	10	11	3	7	4.1
Juin.......	8	4	4	14	6.1	5	6	9	10	5.7	7	5	6	12	5.8
Juillet	8	3	5	15	6.2	8	3	6	14	6.1	9	3	7	12	5.5
Août.......	11	10	5	5	3.9	15	5	7	4	3.7	15	5	8	3	3.6
Septembre..	12	4	4	10	4.6	12	4	7	7	4.5	13	3	4	10	4.6
Octobre	5	7	9	10	6.0	6	6	9	10	5.8	6	8	6	11	5.8
Novembre..	7	6	2	15	6.1	5	7	5	13	6.1	11	3	4	12	5.1
Décembre..	7	3	7	14	6.0	7	3	9	12	5.8	11	8	5	7	4.2
Hiver......	35	15	10	30	4.7	34	18	14	24	4.4	37	16	11	26	4.3
Printemps .	27	14	21	30	5.3	29	18	21	24	4.7	26	22	12	32	5.1
Eté........	27	17	14	34	5.4	28	14	22	28	5.2	31	13	21	27	5.0
Automne...	24	17	15	35	5.6	23	17	21	30	5.5	30	14	14	33	5.2
Année mét..	113	63	60	129	5.3	114	67	78	106	5.0	124	65	58	118	5.0
Année civ. .	113	62	62	128	5.3	117	61	83	104	5.0	127	67	58	113	4.9

XIV. Nombre de jours de brouillard en 1903.

Période	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1902	0	6	4	13
Janvier 1903	0	0	0	3
Février	1	0	1	3
Mars	0	1	2	7
Avril	0	1	4	18
Mai	0	0	2	4
Juin	0	0	8	9
Juillet	0	0	3	9
Août	0	1	1	4
Septembre	0	0	4	8
Octobre	0	0	5	10
Novembre	0	1	4	7
Décembre	0	6	4	3
Année météorologique	1	10	38	95
Année civile	1	10	38	85

que le nombre des cas de brouillard est rare à Lavey au fond de la vallée et augmente avec la hauteur. Le nombre est maximum à l'Aiguille, ce qui ne doit pas étonner, vu que très souvent le sommet du territoire des forts est enveloppé de nuages.

VI. *Pluie et neige.*

Le *tableau XV* contient le relevé de tout ce qui concerne les précipitations atmosphériques dans leur ensemble : hauteur d'eau tombée et nombre de jours de précipitations, d'après les chiffres des tableaux mensuels.

L'année 1903 diffère peu de la précédente au point de vue des précipitations aux forts de St-Maurice. Il est tombé un peu plus d'eau en 1903 qu'en 1902 à Dailly et à l'Aiguille. En revanche, il en est tombé un peu moins à Lavey et à Savatan. Mais si l'on fait la moyenne arithmétique des chutes d'eau de l'année

XV. Précipitations atmosphériques dans l'année 1903

Période	Hauteur d'eau tombée en mm.				Nombre de jours de précipitations			
	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Déc. 1902 ...	64.5	65.8	68.3	73.0	13	14	14	14
Janv. 1903 ..	48.1	48.8	59.1	56.4	6	7	9	9
Février	41.7	41.8	45.3	34.2	6	6	7	7
Mars	92.5	83.4	104.9	89.0	10	11	10	10
Avril	86.8	89.3	114.7	106.7	16	14	16	19
Mai.........	65.9	67.1	78.4	65.5	12	11	14	12
Juin	74.7	72.1	89.9	89.2	16	10	17	14
Juillet	108.3	108.6	108.7	107.1	20	20	22	20
Août........	139.9	127.8	134.2	124.9	12	11	13	11
Septembre...	30.6	30.6	36.9	32.3	13	9	10	9
Octobre	168.0	168.8	190.9	161.6	18	18	20	19
Novembre...	62.0	59.3	69.6	66.3	14	12	15	13
Décembre ...	41.9	39.2	54.2	38.4	9	9	9	9
Hiver.......	154.3	156.4	172.7	163.6	25	27	30	30
Printemps ..	245.2	239.8	298.0	261.2	38	36	40	41
Eté..... ...	322.9	308.5	332.8	321.2	48	41	52	45
Automne....	260.6	258.7	297.4	260.2	45	39	45	41
Année mét. .	983.0	963.4	1100.9	1006.2	156	143	167	157
Année civile.	960.4	936.8	1086.8	971.6	152	138	162	152

météorologique aux quatre stations, on trouve les chiffres presqu'égaux suivants :

En 1902, 1015 millimètres en 158 jours.
» 1903, 1013 » 156 »

Il y a donc une similitude remarquable pour la quantité et les jours de pluie ; mais la répartition annuelle est naturellement un peu différente pour ces deux années, qui doivent compter comme des années humides aux forts de St-Maurice.

A *Genève*, l'*année météorologique* 1903 a été très peu plus pluvieuse que la moyenne : 857 millimètres en 147 jours. Au Grand St-Bernard, elle est au contraire très humide, avec 1567 millimètres en 115

jours. L'*année civile* accuse 45 millimètres de plus à Genève et seulement 6 au Grand St-Bernard.

Si l'on néglige, pour les quatre stations de St-Maurice ainsi que pour Genève et le Grand St-Bernard, les jours où il est tombé moins d'un millimètre d'eau, on trouve :

Station Altitude	Genève (406^m)	Lavey (440^m)	Savatan (671^m)	Dailly (1214^m)	Aiguille (1446^m)	St-Bernard (2475^m)
Année météorol.	105	116	120	127	122	112
Année civile	106	111	114	122	120	115

Si l'on compare ensuite les quatre stations des forts de St-Maurice entre elles, on trouve bien que le total des précipitations augmente sensiblement avec l'altitude, en 1903, quoique le minimum se constate à Savatan et que le maximum soit à Dailly, comme du reste dans les années précédentes. Mais c'est la première année que le total de l'Aiguille dépasse à la fois ceux des deux stations inférieures. Il y avait eu augmentation à cette station élevée depuis que, à partir de 1901, le pluviomètre avait été déplacé et mis dans un emplacement mieux abrité ; mais le vent règne toujours très fort à cette altitude, et cela explique que l'instrument de Dailly récolte davantage d'eau que celui de l'Aiguille.

Le *tableau XVI* donne les totaux des hauteurs de neige mesurées aux quatre stations, ainsi que les nombres de jours de neige. Comme il est naturel, la quantité de neige croît régulièrement avec la hauteur. En 1903, la neige a fait sa dernière apparition en mai à Dailly et à l'Aiguille. Elle a reparu à la station supérieure en septembre mais à Dailly, comme à Savatan, elle n'a recommencé qu'en novembre et à Lavey en décembre seulement.

XVI. Neige dans l'année 1903.

Période	Hauteur de neige en centimètres				Nombre de jours de neige			
	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	cm.	cm.	cm.	cm.				
Déc. 1902....	10	27	66	65	2	6	9	10
Janv. 1903...	6	11	41	45	2	3	5	5
Février......	—	15	34	33	—	2	4	4
Mars........	1	8	83	94	1	3	9	10
Avril........	6	19	81	103	2	3	11	13
Mai.........	—	—	4	18	—	—	2	3
....								
Septembre...	—	—	—	1	—	—	—	1
Octobre......	—	—	—	23	—	—	—	4
Novembre ...	—	8	47	53	—	3	8	8
Décembre ...	6	16	49	57	3	6	8	9
Année mét...	23	88	356	435	7	20	48	58
Année civile..	19	77	339	427	8	20	47	57

Enfin, si l'on fait le relevé du temps pendant lequel la neige a séjourné sur le sol, on trouve les chiffres contenus dans le *tableau XVII.*

XVII. Nombre de jours ou la neige a persisté sur le sol en 1903.

	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1902	11	6	27	29
Janvier 1903	13	13	28	31
Février................	2	4	17	28
Mars	1	3	21	31
Avril	2	2	18	28
Mai	—	—	2	4
....				
Septembre	—	—	—	1
Octobre................	—	—	1	5
Novembre..............	—	2	15	16
Décembre..............	3	4	31	31
Année météorologique...	29	30	129	173
Année civile............	21	28	133	175

Il en résulte que la neige n'a pas persisté pendant un mois entier de suite à Dailly et encore moins aux deux stations inférieures. A l'Aiguille, en revanche, la

neige a recouvert le sol sans interruption du 4 décembre 1902 au 28 avril 1903.

Le nombre des *orages* constatés aux forts de Saint-Maurice est donné dans le petit tableau suivant ; il comprend tous ceux qui ont été notés à l'une ou à l'autre des quatre stations. Il y en a 7 de moins qu'en 1902.

Orages en 1903.

Mai	3	Août	3
Juin	1	Septembre	0
Juillet	7	Octobre	1
Année (météorologique ou civile)			15

Les observations du *fœhn* ont continué en 1903 aux quatre stations. Les indications des observateurs correspondent à des coups de vent violents venant du sud et accompagnés d'une hausse de la température. Depuis cette année, ces indications peuvent être contrôlées par les valeurs de la fraction de saturation indiquées par les hygromètres des stations de Savatan et de Dailly. Il y a donc une plus grande certitude que dans les cas notés l'année précédente. Les nombres sont cependant à peu près équivalents à ceux de 1902. Nous les avons classés par mois et par stations et les chiffres sont donnés au tableau suivant :

Nombre de jours de fœhn en 1903.

Mois	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Décembre 1902	0	1	0	0
Janvier 1903	3	4	0	0
Février	3	4	0	0
Mars	5	5	4	0
Avril	2	2	0	0
....				
Août	1	1	0	1
Septembre	0	0	0	0
Octobre	3	4	2	0
Novembre	0	0	0	0
Décembre	4	5	0	0
Année météorol.	17	21	6	1
» civile	21	25	6	1

Le maximum de fréquence est en hiver, au premier printemps et en octobre; il n'y a qu'un cas en été au mois d'août. Cette distribution correspond bien à ce qui était connu. Quant à la fréquence suivant l'altitude, il est tout naturel que le nombre des cas de fœhn soit plus considérable pour les deux stations inférieures que pour celles de Dailly et de l'Aiguille.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

ERIC GÉRARD. LEÇONS SUR L'ÉLECTRICITÉ PROFESSÉES A L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE MONTEFIORE. Gauthier-Villars, Paris, 1904.

M. Eric Gérard, le savant électrotechnicien, vient de publier une septième édition de ses *Leçons sur l'électricité*, qui constituent un des meilleurs des traités didactiques de langue française, au point de vue des ingénieurs.

Indépendamment d'un grand nombre de modifications de détails, dont les progrès réalisés pendant ces dernières années ont rendu l'introduction nécessaire, cette nouvelle édition est caractérisée par une extension toute particulière de certains chapitres.

Nous citerons à ce propos le chapitre sur les courants alternatifs, où sont exposées successivement et avec une clarté parfaite les trois méthodes principales appliquées à la résolution de ce genre de problèmes; la méthode analytique, la méthode graphique et enfin la méthode symbolique des imaginaires; cette dernière illustrée par une intéressante application au problème de la propagation des courants. Dans cet exposé, comme dans tout l'ouvrage d'ailleurs, il est fait un usage modéré mais suffisant des mathématiques, sans lesquelles il ne serait pas possible de donner au lecteur des notions théoriques précises. Mais on peut féliciter l'auteur d'avoir su les réduire au strict minimum et de les avoir employées sans alourdir jamais son exposé par des démonstrations trop développées.

Les perfectionnements apportés à la construction même des machines dynamos dans ces dernières années, font l'objet de modifications nombreuses et rendent la lecture de cette dernière édition particulièrement utile aux ingénieurs.

C.-E. G.

ANDRÉ BROCA, professeur agrégé de physique à la Faculté de médecine, LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS, 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

La seconde édition du petit ouvrage publié sur la télégraphie sans fils par M. Broca sera bien accueillie du public. Ce n'est pas évidemment en 200 pages in-12 qu'il est possible de donner un aperçu des dispositifs techniques, toujours plus nombreux, employés aujourd'hui dans la télégraphie sans fils ; ce n'est d'ailleurs pas le but que s'est proposé l'auteur, qui s'est attaché avec raison à exposer avec clarté et suivant un plan ingénieux, les principes sur lesquels repose cette importante application des ondes électriques.

Cette seconde édition, tout en étant une mise au point générale de la question, contient quelques modifications fort heureuses, et en particulier l'adjonction d'un chapitre sur les hautes fréquences et la syntonisation, ce problème délicat et non encore résolu de la télégraphie sans fils.

En résumé, l'ouvrage de M. Broca donne, sous un petit volume, un résumé d'une lecture facile des principes fondamentaux sur lesquels repose la télégraphie sans fils.

C.-E. G.

A. PFLAUNE. LERHBUCH DER PHYSIK VON O.-D. CHWOLSON, traduit du russe en allemand. Tome II. Braunschweig. F. Viewegs und Sohn, 1904.

Nous avons déjà rendu compte du tome premier de cet ouvrage, le tome II que nous avons sous les yeux constitue un fort volume de plus de mille pages et se recommande par les mêmes qualités que son devancier. Il traite essentiellement de l'acoustique et de l'optique et cela en suivant le plan généralement adopté pour les ouvrages de ce genre.

Après une introduction sur la vitesse de propagation des ondes l'acoustique est étudiée dans une série de dix chapitres. Tout le reste de l'ouvrage est consacré à l'étude de l'énergie radiante et débute par l'étude de l'éther et celle des découvertes de Hertz, il se termine par les chapitres

ordinaires de l'optique sur la double réfraction, les interférences, la polarisation, etc. A noter que l'auteur a remis au quatrième et dernier volume de son ouvrage l'étude des nouvelles radiations, rayons Röntgen, rayons Becquerel, etc. sans doute pour permettre à la science d'élucider bien des points obscurs de ces questions avant qu'un manuel puisse en rendre compte. L'impression et les figures qui accompagnent le texte sont excellentes; nous avons déjà à propos du premier volume signalé la place importante qu'occupent les citations des sources originales sur chaque sujet. A. R.

E. MATHIAS. LE POINT CRITIQUE DES CORPS PURS. Un vol. in-8° de 250 p., chez Naud, Paris, 1904.

La notion du point critique a été une des plus fécondes de la stœchiométrie. Aussi M. Mathias a-t-il pensé avec raison qu'il y avait lieu de compléter l'excellent rapport qu'il a publié sur cette question dans le *Recueil* du Congrès international de physique de 1900. Les deux premiers chapitres du nouvel ouvrage qu'il vient de faire paraître sur ce sujet sont consacrés à la théorie classique d'Andrews et à ses développements. Les chapitres III, IV et V ont pour objet la description des méthodes expérimentales donnant les constantes critiques (température, pression, densité); dans le chapitre VI en particulier, on trouvera des développements nouveaux fort intéressants sur les méthodes optiques. Les procédés pour le calcul indirect des constantes critiques sont exposés au chapitre VI; le chapitre VII donne les valeurs numériques des constantes critiques de 165 corps, simples ou composés; ce tableau est à l'heure actuelle le seul complet sur cette question.

La fin du volume (chapitre VIII, IX et X) comprend une soixantaine de pages dans lesquelles l'auteur étudie les faits et les doctrines qui semblent en désaccord avec les théories classiques; il examine en particulier de près les conceptions liquidogéniques de M. de Heen et de M. Traube, qu'il cherche à concilier avec l'univariance des états saturés. M. Mathias rend un grand service à la science en

apportant un véritable esprit d'impartialité et d'objectivité dans l'étude de ces questions si controversées et si délicates. P. G.

Les applications des aciers au nickel, avec un appendice sur la théorie des aciers au nickel, par Ch.-Éd. Guillaume, directeur adjoint au Bureau international des poids et mesures. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

Le sujet exposé dans l'intéressant ouvrage que vient de publier M. Ch.-Éd. Guillaume est suffisamment connu des lecteurs des *Archives* pour nous dispenser de donner ici l'analyse détaillée qu'il mériterait; il s'agit, en effet, d'un tirage à part d'une série d'articles publiés par l'auteur dans notre revue et réunis en un volume; nous devons cependant féliciter M. Guillaume, dont la compétence en la matière est universellement reconnue, d'avoir eu l'idée de réunir en un petit volume parfaitement coordonné l'exposé très clair et le développement des applications toujours plus nombreuses auxquelles a donné lieu la découverte de ces précieux alliages. Nous attirons tout particulièrement l'attention des lecteurs sur l'appendice qui termine le volume et qui fait ressortir tout l'intérêt scientifique qu'éveille la théorie des aciers au nickel et l'explication physico-chimique très satisfaisante de leurs curieuses propriétés.

C.-E. G.

CHIMIE

E.-O. v. Lippmann. Die Chemie der Zuckerarten. 3e édition. Vieweg et fils, éditeurs, Brunswick.

Pour traiter d'une façon complète le chapitre de la chimie qui concerne les sucres, il faut être non seulement un spécialiste aussi expérimenté que le directeur de la raffinerie de Halle, mais encore un savant versé dans toutes les principales branches des sciences physiques et naturelles. L'étude des sucres n'est point, en effet, du ressort exclusif de la chimie; elle intéresse le physicien, le cristallographe, le botaniste, le médecin; elle touche à une foule de ques-

tions relatives à l'agriculture, à l'alimentation, à la fabrication des boissons alcooliques, à l'industrie laitière, etc. C'est à tous ces points de vue si divers que M. v. Lippmann s'est tour à tour placé dans la remarquable monographie qu'il vient de faire paraître. A vrai dire, cette troisième édition peut être considérée comme un ouvrage nouveau, car les observations faites dans ces dix dernières années ont presque doublé le nombre des matériaux déjà accumulés et en ont exigé le remaniement complet. Malgré la concision qui est l'une des qualités de l'auteur, il ne lui a pas fallu moins de 2000 pages pour épuiser ce sujet si vaste et si complexe. On comprendra qu'un ouvrage de cette envergure soit difficile à résumer. Nous nous bornerons à dire qu'on y trouvera, condensés et classés suivant une méthode rigoureuse, tous les faits connus jusqu'à ce jour sur les différentes espèces de sucres, naturels ou artificiels, ainsi que sur leurs dérivés immédiats. Nous ajouterons que l'auteur ne se contente pas d'enregistrer ces faits, mais qu'il les soumet à une critique serrée et qu'il en expose avec une clarté remarquable toutes les conséquences théoriques et pratiques que l'on en peut tirer. Conçu dans cet esprit, le traité de M. v. Lippmann ne constitue pas seulement la source la plus complète de renseignements qui existe actuellement sur le sujet : il devient un ouvrage didactique au premier chef et un guide précieux pour tous ceux qui, à un titre quelconque, industriel ou purement scientifique, s'occupent des matières sucrées.

A. P.

A. KATSCHALOWSKY et St. VON KOSTANECKI. SYNTHÈSE DU 2-2′ DIOXYFLAVONOL (*Berichte der D. chem. Ges.* 37 (1904), 2346, Berne).

L'étude des matières colorantes pour mordants qui a suscité les travaux de Buntrock, Liebermann, Georgiewics et Nölting, a engagé les auteurs à faire la synthèse du 2-2′ dioxyflavonol ; ce composé renferme en effet deux groupes hydroxyles, dont la position présente de l'intérêt au point de vue théorique. On possède aujourd'hui, grâce

à ces recherches, la preuve que la position 2′-α des hydroxyles dans la série de la flavone

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup\!\diagdown\text{C}\text{———}\langle\overset{1'}{}\,{}_{2'}\rangle \\ \alpha\,\text{COH}\quad\text{OH} \\ \text{CO} \end{array}$$

communique aux colorants, de même que la position ortho de ces groupes, la propriété de se fixer sur mordants. Cette position 2′-α dans le groupe de la flavone présente le même intérêt que la position « péri » dans la série du naphtalène; les auteurs proposent de la désigner sous le nom d'« anchi » (de « ἄγχι » rapproché).

La synthèse du 2-2′ dioxyflavonol a été opérée par la méthode déjà employée par l'un des auteurs et ses élèves pour ce genre de travaux, en prenant comme produits de départ l'éther monométhylique de la quinacétophénone et l'éther méthylique de l'aldéhyde salicylique, qui fournissent par condensation la 2-2′ diméthoxyflavanone; celle-ci a été transformée en dérivé isonitrosé, puis en 2-2′ diméthoxyflavonol, et enfin en 2-2′ dioxyflavonol qui est en aiguilles jaune pâle, F. 242-243°. Ce colorant se fixe sur le coton mordancé et d'une manière beaucoup plus prononcée que le 2-3′ et le 2-4′ dioxyflavonol. Il donne sur alumine, par exemple, un très joli jaune intense, tandis que les isomères donnent un jaune pâle. Sur le mordant de fer, la différence est encore plus grande; le 2-2′ donne un brun intense. On peut donc admettre que les propriétés tinctoriales du 2-2′ dioxyflavonol sont dues non seulement à la présence du groupe tinctogène

$$\begin{array}{l} \text{C—OH} \\ | \\ \text{C=O} \end{array}$$

mais aussi à la position « anchi » des hydroxyles. Une constatation semblable a été déjà mise en évidence par Kostanecki et Stoppani à propos du « morin » et de sa formule de constitution probable (*Ber. d. d. ch. Ges.*, 37, 1904, 781). F. R.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1904

Avril

83. BACH (A.) und CHODAT (R.). Untersuchungen über die Rolle der Peroxyde in der Chemie der lebenden Zelle. Ueber die Wirkungsweise der Peroxydase. Genf. Pflanzenchem. Lab. des botan. Inst. — *Berichte* **37**. 1342.

84. BATIK (Friedrich). Ueber unsymmetrische Phenylhydrazinderivate. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

85. BATTELLI (F.) et STERN (L.). Richesse en catalase des différents tissus animaux. Genève. Lab. de physiol. de l'Univ. — *Comptes rendus* **138**. 923.

86. BISTRZYCKI (A.) und GYR (Joseph). Das Stammcarbinol des Rosanilins und seine Isomeren. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **37**. 1245.

87. BRUNNER (Heinrich). Sur la détermination quantitative des chlorates, des bromates et des iodates au moyen du persulfate de potassium en présence de substances organiques. Lausanne. Lab. de chimie de l'Univ.— *J. suisse de chimie* **42**. 225. 237.

88. CASTORO (N.). Untersuchungen über die Frage, ob die Keimung der Pflanzensamen mit einer Entwicklung von freiem Stickstoff verbunden ist. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers.-Stationen* **60**. 41.

89. DUTOIT (Paul). Conductibilité, dissociation et propriétés des électrolytes dans les dissolvants autres que l'eau. Lausanne. Univ. — *J. ch. phys.* **1**. 617.

90. DZIEWONSKI (Charles) et DOTTA (Eligio). Sur un nouvel hydrocarbure aromatique : le phénylacénaphtylméthane. Fribourg. Inst. de chimie II de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **31**. 373.

91. GOLDSTERN (D.). Zur Kenntnis des Brasilins. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

92. GUYE (Ph.-A.) et MALLET (Ed.). Sur les poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène et sur la valeur probable d'un rapport atomique. Genève. — *Comptes rendus* **138.** 1034.

93. HEFFTER (A.). Beiträge zur Pharmakologie des Schwefels. Bern. — *Arch. exp. Pathol.* **51.** 175.

94. HOHLER (Emil). Beiträge zur Kenntnis der electrolytischen Abscheidung des Magnesiums und Darstellung einer geeigneten Schmelze. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

95. HOWALD (James). Ueber Vanadylverbindungen. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

96. JAQUEROD (Adrien) et PERROT (F.-Louis). Sur le point de fusion de l'or et la dilatation de quelques gaz entre 0° et 1000°. Genève. — *Comptes rendus* **138.** 1032.

97. KOCH (Arthur-Alexander). Beitrag zur Bestimmung des Fluors in Wein, Bier und Mineralien. *Dissert.* Zürich (Prof. Treadwell).

98. KOSTANECKI (St. von), LAMPE (V.) und TAMBOR (J.). Synthese des Quercetins. Bern. Univ.-Lab.— *Berichte* **37.** 1402.

99. KUNZMANN (Hans). Etude sur des dérivés α-substitués de l'anthraquinone. *Thèse.* Genève (D[r] Ullmann).

100. LUNGE (G.). Theoretical and practical Treatise on Manufacture of Sulphuric Acid and Alkali, with collateral Branches. 3 edition (London).

101. MÜNTER (F.). Ueber den Einfluss der Doppelbindung auf das Drehungsvermögen einiger optisch aktiver hydrocyclischer und Benzol-derivate. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

840 *bis.* PICTET (Amé), CRÉPIEUX (Pierre) et ROTSCHY (Arnold). Synthèse de la nicotine. Genève. Lab. de ch. pharm. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **17.** 401.

840 *ter.* PICTET (Amé) und ROTSCHY (A.). Synthese des Nicotins. Genf. Pharm.-chem. Lab. der Univ.—*Berichte* **37.** 1225.

102. REVERDIN (Frédéric) et DELÉTRA (Ernest). Dérivés chloronitrés et nitrés de la 4-oxy-2'4'-dinitrodiphénylamine. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **17.** 423.

103. SCHULZE (E.). Ueber die zur Gruppe der stickstofffreien Extraktstoffe gehörenden Pflanzenbestandteile. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *J. Landw.* **52.** 1.

104. SEILER (F.) et VERDA (A.). Sur une réaction phosphomolybdique de l'urine. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **42.** 238.

559 *bis*. ULLMANN (F.). Ueber symmetrische Biphenylderivate. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Liebig's Annalen* **332**. 38.

694 *bis*. ULLMANN (F.). Studien in der Carbazolreihe. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Liebig's Annalen* **332**. 82.

Mai

83 *bis*. CHODAT (R.) et BACH (A.). Recherches sur les ferments oxydants. Genève. Inst. de botanique. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **17**. 477.

3 *bis*. CHUARD (E.). Sur la fixation de l'azote atmosphérique. Lausanne. — *Revue gén. de chimie* **7**. 199.

105. CONSONNO (Fortunato). Su alcuni nitro derivati alogenati del benzofenone. Ginevra. — *Gazz. chim. italiana* **34**. (1) 374.

596 *bis*. DAVID (Elkan). Synthese des 2-Oxychromons und des 3-4-Dioxychromons. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

106. DECKER (H.) und HOCK (Theodor). Ueber einige Ammoniumverbindungen. Bildung sauerstofffreier, tertiärer Basen aus den Cyclammoniumhydroxyden. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **37**. 1564.

826 *bis*. ELGER (Franz). Ueber Anthranil und Methylanthranil. *Dissert.* Zürich (Prof. Bamberger).

785 *bis*. FICHTER (Fr.). und PFISTER (Alfred). Zur Kenntniss der Penten-und Hexen-Säuren. Basel. Univ.-Lab. I.— *Berichte* **37**. 1997.

107. FICHTER (Fr.) und RUDIN (Ernst). Ueber α-Methylparaconsäure. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* **37**. 1610.

772 *bis*. FICHTER (Fr.) und RUDIN (Ernst). Ueber α-Methyl-β,γ-pentensäure. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* **37**. 1615.

810 *bis*. FICHTER (Fr.). und WORTSMANN (Chaskel). Ueber nitrobenzylirte Acetondicarbonsäureester. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* **37**. 1992.

108. GNEHM (R.) und KAUFLER (F.). Eine neue Methode zur Bestimmung des Methylalkohols im Formaldehyd. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn.— *Z. angew. Ch.* **17**. 673.

109. GUYE (Ph.-A.). Nouvelle méthode pour la détermination exacte du poids moléculaire des gaz permanents ; poids atomatiques de l'hydrogène, du carbone et de l'azote. Genève. — *Comptes rendus* **138**. 1213.

801 *bis*. HAFNER (August). Ueber natürlich vorkommende und synthetisch dargestellte gemischte Fettsäureglyceride. *Dissert.* Basel (Prof. Kreis).

110. JAQUEROD (Adrien) et WASSMER (Eugène). Points d'ébullition sous diverses pressions de la naphtaline, du biphényle et de la benzophénone, déterminés au moyen du thermomètre à hydrogène. Genève. Lab. de ch. phys. de l'Univ. — *J. ch. phys.* 2. 52.

111. JOCHUM (E.). und KOSTANECKI (St. von). Ueber das 1.3-Dioxy-β-Methylchromon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2099.

112. KOSTANECKI (St. von), LAMPE (V.) und TAMBOR (J.). Synthese des Kämpferols. Bern. Univ.-Lab.--*Berichte* 37. 2096.

113. LUNGE (G.). Zur Analyse des Natriumnitrits. Zürich. — *Chemiker-Zeitung* 28. 501.

114. MEISEL (Julius). Ueber die sogenannten Vanadylvanadinphosphate und-arsenate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

18 *bis*. PELET (L.) et REDARD (W.). Sur la diazo-aminofuchsine et la diazo-aminorosaniline. Lausanne. Lab. de ch. industr. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* 31. 644.

115. PIGUET (Alfred). Etudes sur la migration de Beckmann. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

116. PFEIFFER (P.). Beitrag zur Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen speziell der ungesättigten Systeme. Zürich-Chem. Univ.-Lab. — *Z. physikal. Ch.* 48. 40.

102 *bis*. REVERDIN (Frédéric) et DELÉTRA (Ernest). Dérivés chloronitrés et nitrés de la 4-oxy-2'.4'-dinitrodiphénylamine. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique.* 31. 635.

102 *ter*. REVERDIN (Frédéric) et DELÉTRA (Ernst). Chlor-nitro. und Nitro-Derivate des 4-Oxy-2'.4'- dinitro-diphenylamins. Genf. — *Berichte* 37. 1727.

117. REVERDIN (Frédéric) und DRESEL (August). Dinitrophenyläther des 3-Chlor-4-amino-phenols und des 4-Amino-phenols. Genf. — *Berichte* 37. 1516.

118. REVERDIN (Frédéric), DRESEL (Auguste) et DELÉTRA (Ernest). Sur le chlordinitrotoluène $C_6H_2CH_3ClNO_2NO_2$ 1.3.4.6 et sur un nouveau chlortrinitrotoluène. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* 17. 511.

118 *bis*. REVERDIN (Frédéric), DRESEL (Auguste) et DELÉTRA (Ernest). Sur le chlorodinitrotoluène $C_6H_2CH_3ClNO_2NO_2$ 1.3.4.6 et le chlorotrinitrotoluène $C_6H.CH_3Cl(NO_2)_3$ 1.3 2.4.6. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique* 31. 631.

118 *ter*. REVERDIN (Frédéric), DRESEL (Auguste) und DELÉTRA (Ernest). Ueber das Chlor-dinitro-toluol $C_6H_2(CH_3)$ (Cl)

$(NO_2)(NO_2)(1.3.4.6)$ und ein neues Chlor-trinitrotoluol. Genf. — *Berichte* 37. 2093.

119. SCHULZE (E). Einige Notizen über das Lupeol. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn.—*Z. physiol. Ch.* 41. 474.

120. SCHULZE (E.) und CASTORO (N.). Beiträge zur Kenntnis der in ungekeimten Pflanzensamen enthaltenen Stickstoffverbindungen. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Z. physiol. Ch.* **41**. 455.

121. SCHULZE (E.) und CASTORO (N.). Findet man in Pflanzensamen und in Keimpflanzen anorganische Phosphate? Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn.—*Z. physiol. Ch.* **41**. 477.

122. SCHWARZ (Georg-L.-M.). Zur Kenntnis der beiden μ.-Methylnaphtothiazole. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

123. TARDY (A.) et GUYE (P.-A.). Etudes physicochimiques sur l'électrolyse des chlorures alcalins. Mode de fonctionnement des diaphragmes. Genève. — *J. ch. phys.* 2. 79.

124. TSCHIRCH (A.). Les drogues contenant de l'oxyméthylanthraquinone et la détermination de leur valeur. Berne. — *J. suisse de chimie* 42. 266. 277.

125. ULLMANN (Fritz) und SCHLAEPFER (Carl). Ueber Derivate des Hexaphenyl-p-xylols. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2001.

126. VOLLENBRUCK (Auguste). Ueber Fluorindine der Naphtalinreihe. *Dissert.* Basel (Prof. Nietzki).

127. WINTERSTEIN (E.). Ueber einige Bestandteile des Emmentaler Käses. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Z. physiol. Ch.* **41**. 485.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JUIN 1904

Le 1er, fort vent dans l'après-midi; pluie à 4 h., à 9 h. et à 10 h. du soir.
2, fort vent le matin et à 4 h. du soir; forte bise à 7 h. du soir; éclairs à l'E. le soir.
3, forte bise le matin jusqu'à 1 h. du soir; pluie à 7 h. du soir.
4, pluie dans la nuit; orage à 7 h. du soir.
5, pluie à 4 h. 30 m., à 7 h. et à 10 h. du soir.
6, fort vent à 4 h. du soir.
7, rosée le matin.
8, orage de 5 h. 40 m. à 6 h. 50 m. du soir; pluie depuis 7 h. du soir.
9, pluie dans la nuit, à 1 h. et à 4 h. du soir.; tonnerres à 1 h. du soir.; fort vent à 10 h. du soir.
10, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin; fort vent à 4 h. du soir.
11, pluie dans la nuit et à 7 h. du soir.
12, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 9 h. du soir.
13, rosée le matin, forte bise à 1 h. du soir.
14, forte rosée le matin.
16, forte rosée le matin.
17, rosée le matin.
18, pluie dans la matinée et à 4 h. du soir; tonnerres à 2 h. 50 m.
19, forte bise à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.
20, forte rosée le matin.
21, très forte rosée le matin: forte bise à 10 h. du soir.
22, forte bise à 7 h. du matin et à 1 h. du soir.
24, forte rosée le matin; fort vent dans l'après-midi.
25, pluie à 7 h. du matin; forte averse à midi; pluie à 4 h. et à 7 h. du soir.
26, pluie jusqu'à 4 h. du soir; fort vent à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.
27, forte bise à 1 h. du soir.
29, éclairs au S. et au SSW. dans la soirée.
30, pluie à 7 h. du matin, à 1 h. et à 4 h. du soir.

GENÈVE — JUIN 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	Vent 1 h.	Vent 9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	29.4	30.2	31.5	30.08	+ 3.79	29.3	31.5	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	11.5	6	5	10	8	1.7	3.5	1
2	31.4	30.7	29.2	30.32	+ 3.99	28.6	31.4	SW. 2	SW. 1	N 1	SSW. 1	7.3	1	7	1	3	12.1	....	....
3	27.7	26.8	27.2	27.35	+ 0.97	26.3	28.8	NNE. 2	NNE. 2	NE. 0	NNE. 1	7.9	8	9	9	9	5.9	6.2	2
4	28.2	26.9	28.2	27.38	+ 0.96	26.1	29.1	E. 0	NNE. 1	SSW. 1	var.	6.3	5	4	6	7	7.5	5.1	3
5	29.4	28.7	28.7	28.92	+ 1.46	28.5	29.4	NE. 1	NW. 1	SW. 1	var.	4.2	8	8	8	9	6.9	0.1	....
6	30.1	29.7	29.2	29.45	+ 2.95	28.6	30.1	SW. 0	SSW. 1	NE. 0	SSW. 1	5.4	0	9	1	4	6.4	....	....
7	28.6	26.6	25.3	27.00	+ 0.46	24.9	29.0	E. 0	N. 1	SE. 0	var.	3.6	2	9	10	7	6.9	....	....
8	24.1	21.7	22.3	22.80	− 3.78	**19.5**	28.3	E. 0	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	7.3	1	4	10	6	9.8	**51.9**	**11**
9	20.8	19.9	21.0	**20.55**	**− 5.07**	19.6	22.0	N. 1	NE. 0	SSW. 1	SSW. 1	7.3	10	10	10	10	1.2	10.5	4
10	23.8	24.1	24.7	23.82	− 2.84	22.3	25.1	SSW. 1	SSW. 1	N. 1	SSW. 1	6.7	10	9	10	9	6.0	0.4	1
11	24.5	22.6	23.0	23.68	− 3.02	21.9	25.1	N. 1	N. 1	N. 0	N. 1	5.3	9	7	10	9	3.8	15.2	7
12	25.7	26.3	27.7	26.05	− 0.69	24.3	28.2	S. 0	N. 1	N. 1	N. 1	3.6	10	9	10	9	1.7	0.8	3
13	28.1	27.2	27.8	27.63	+ 0.85	26.5	28.2	E. 0	N. 1	W. 1	var.	5.8	1	3	6	3	11.6	....	....
14	28.4	27.2	27.2	27.53	+ 0.72	26.5	28.4	SW. 0	N. 1	N. 0	N. 1	4.2	8	4	0	3	9.8	....	....
15	28.4	28.8	31.1	28.91	+ 2.06	27.6	31.4	NE. 1	SSW. 1	E. 1	var.	3.6	10	10	10	9	....	....	....
16	33.0	32.2	31.9	32.18	+ 5.29	31.4	32.9	SW. 0	N. 1	N. 1	N. 1	5.2	0	0	0	0	**13.5**	....	....
17	33.0	31.7	29.7	31.52	+ 4.60	29.0	33.1	N. 0	N. 1	S. 0	var.	5.8	5	7	10	7	5.9	....	....
18	30.8	29.8	32.6	30.55	+ 3.59	28.6	32.9	S. 0	WSW. 1	NNE. 2	var.	8.4	10	10	1	8	0.9	2.2	2
19	31.8	30.4	29.3	30.65	+ 3.66	28.9	32.4	N. 1	N. 2	N. 0	NNE. 1	8.1	0	1	0	0	13.3	....	....
20	29.0	28.1	28.2	28.43	+ 1.40	27.4	29.2	N. 0	N. 1	SW. 1	var.	6.3	1	8	4	4	11.7	....	....
21	29.9	30.0	31.8	30.09	+ 3.03	28.5	32.4	S. 0	SSW. 1	N. 1	var.	6.3	0	1	1	2	12.6	....	....
22	33.4	33.1	32.9	**32.89**	**+ 5.80**	32.1	**33.4**	NNE. 2	NNE. 2	N. 0	NNE. 1	7.3	7	7	0	5	8.6	....	....
23	32.9	31.3	29.9	31.45	+ 4.33	29.6	33.0	SE. 0	N. 1	SW. 1	N. 1	5.5	3	0	0	0	12.6	....	....
24	29.4	26.5	24.9	27.27	+ 0.11	24.7	29.9	S. 1	SSW. 3	SSW. 2	SSW. 1	10.0	0	2	7	4	12.5	0.1	....
25	23.2	22.1	23.4	23.06	− 4.13	21.9	24.6	S. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	**13.4**	10	10	10	10	....	7.1	4
26	22.1	23.4	26.2	23.76	+ 3.46	22.0	26.8	SSW. 1	SSW. 2	N. 1	var.	11.9	10	10	10	10	...	6.1	3
27	27.4	27.8	28.6	27.63	+ 0.38	26.8	29.0	NE. 0	NNE. 2	E. 0	NNE. 1	6.7	3	4	1	3	12.9	....	....
28	29.8	29.0	29.1	29.26	+ 1.98	28.6	29.8	N. 1	N. 2	NNE. 1	NNE. 1	8.4	1	0	0	0	12.5	....	....
29	28.9	26.9	25.3	27.31	+ 0.01	24.8	29.3	NNE. 1	N. 1	N. 0	N. 1	2.9	0	0	8	2	12.6	0.6	1
30	25.8	25.5	26.3	25.86	− 1.47	25.4	26.6	SE. 0	NNW. 1	S. 0	var.	2.1	10	10	10	9	...	10.5	5
Mois	28.29	27.51	27.81	27.78	+ 0.59							6.61	4.9	5.9	5.8	5.6	223.9	120.3	47

Jour du Mois	Température 7 h.	Température 1 h.	Température 9 h.	Température Moyenne 8 Observ.	Température Écart avec la normale	Température Min.	Température Max.	Fraction de saturation en % 7 h.	Fraction de saturation en % 1 h.	Fraction de saturation en % 9 h.	Fraction de saturation en % Moyenne 8 Obs.	Fraction de saturation en % Écart av. la norm.	Fraction de saturation en % Min.	Fraction de saturation en % Max.	Tempér. du Rhône Midi	Tempér. du Rhône Écart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+14.4	+17.9	+12.0	+14.81	− 0.53	+11.2	+19.5	75	50	92	75	+ 5	47	100	15.8	+ 2.1	1647
2	12.9	16.7	11.7	13.71	− 1.75	8.7	18.5	53	10	65	**55**	**−15**	39	76	15.0	+ 1.2	1667
3	11.2	16.3	12.6	**12.00**	− **3.58**	**7.1**	18.4	69	56	90	76	+ 6	56	97	11.4	− 2.5	1687
4	11.3	19.1	12.5	14.76	− 0.94	10.6	21.8	88	51	93	80	+10	53	100	14.8	+ 0.7	1687
5	12.7	20.1	16.0	15.65	− 0.17	10.1	23.2	88	58	81	77	+ 7	58	95	....	.....	1650
6	15.4	21.6	16.6	17.91	+ 1.97	11.1	25.0	78	55	80	69	− 1	40	90	14.0	− 0.3	1622
7	16.4	22.0	20.0	18.35	+ 2.29	10.9	25.2	79	57	65	67	− 3	40	86	14.6	+ 0.2	1650
8	16.7	22.8	15.6	18.02	+ 1.85	12.8	25.3	80	51	99	73	+ 3	45	100	11.9	+ 0.4	1610
9	14.9	17.5	17.7	16.60	+ 1.32	14.9	20.7	98	94	87	**93**	**+23**	84	100	14.3	− 0.4	1670
10	14.2	20.4	16.5	17.19	+ 0.80	13.9	21.4	94	76	81	79	+ 9	49	98	11.5	− 0.3	1717
11	15.8	20.3	15.1	17.02	+ 0.52	14.6	23.3	87	59	98	81	+11	59	98	14.7	− 0.2	1755
12	14.9	21.0	17.5	17.59	+ 0.98	14.8	21.8	98	63	79	83	+13	61	99	....	.....	1760
13	17.2	22.3	17.4	18.78	+ 2.07	14.1	24.5	79	58	80	71	+ 1	56	88	17.5	+ 2.4	1788
14	16.1	22.2	19.9	18.70	+ 1.88	12.9	24.0	86	54	79	74	+ 4	51	96	16.9	+ 1.7	1812
15	16.4	24.3	17.8	18.83	+ 1.91	14.6	25.0	88	60	78	77	+ 7	60	90	17.3	+ 2.0	1807
16	16.5	23.5	20.0	19.24	+ 2.22	11.9	25.6	80	47	65	64	− 6	37	85	18.6	+ 3.2	1822
17	19.4	23.9	23.7	20.69	+ **3.58**	14.0	25.9	77	62	65	71	+ 1	62	83	18.9	+ 3.4	1827
18	20.8	21.0	14.8	19.46	+ 2.25	11.4	23.7	68	70	70	68	− 2	57	76	18.8	+ 3.2	1697
19	14.1	18.9	16.4	15.72	− 1.58	9.0	23.1	75	50	74	63	− 7	35	85	....	.....	1820
20	15.7	21.9	18.5	17.63	+ 0.24	9.9	25.2	81	51	69	66	− 4	39	88	19.4	+ 3.6	1847
21	16.7	24.9	19.6	19.64	+ 2.16	12.0	27.5	74	33	56	56	−14	**28**	85	18.5	+ 2.5	1845
22	16.6	21.4	19.1	18.49	+ 0.92	12.6	24.8	73	54	82	66	− 4	33	85	18.7	+ 2.7	1837
23	16.5	22.3	19.3	18.42	+ 0.77	11.9	24.8	75	48	63	68	− 2	48	88	18.7	+ 2.5	1832
24	17.2	27.5	22.5	**20.80**	+ 3.07	11.8	**29.5**	75	36	50	60	− 9	36	89	19.6	+ 3.4	1822
25	18.4	20.2	17.6	18.98	+ 1.17	16.4	24.5	72	81	84	73	+ 4	53	88	19.5	+ 3.1	1831
26	18.	19.7	16.0	17.70	− 0.18	13.5	20.0	69	72	83	74	+ 5	50	90	....	.....	1830
27	15.0	19.6	16.0	16.75	− 1.21	12.0	20.3	76	50	63	65	− 4	50	85	19.4	+ 2.9	1862
28	14.7	20.3	16.7	16.47	− 1.56	10.4	23.2	75	51	63	68	− 1	43	95	19.7	+ 3.1	1904
29	14.3	20.1	19.5	17.04	− 1.05	10.3	23.1	72	57	66	70	+ 1	55	96	16.9	+ 0.2	1897
30	+17.3	+18.3	+17.4	+18.14	+ 0.02	16.4	21.4	93	93	92	87	+18	78	93	17.3	+ 0.5	1892
Mois	+15.84	+20.93	+17.20	+17.50	+ 0.69	+12.19	+23.34	79	58	76	72	+ 2			16.91	+ 1.57	1770

MOYENNES DE GENÈVE. — JUIN 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	27.12	26.96	27.34	27.08	26.53	25.85	26.35	26.91	26.77
2e »	28.78	28.89	29.25	28.95	28.44	27.94	28.35	29.11	28.71
3e »	28.39	28.10	28.29	28.05	27.57	27.10	27.32	28.06	27.86
Mois	28.10	27.98	28.29	28.03	27.51	26.96	27.34	28.03	27.78

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc	+12.61	+11.65	+14.31	+17.66	+19.44	+20.19	+16.80	+14.55	+15.90
2e »	14.99	13.95	16.69	19.26	21.93	22.59	20.12	17.39	18.37
3e »	15.35	13.79	16.52	19.49	21.43	21.65	20.24	17.47	18.24
Mois	14.32	13.13	15.84	18.80	20.93	21.48	19.05	16.47	17.50

Fraction de saturation en %.

1re décade	89	89	80	64	59	54	73	87	74
2e »	83	86	82	71	57	54	63	79	72
3e »	78	84	75	63	57	54	62	75	69
Mois	83	86	79	66	58	54	66	80	72

Dans ce mois l'air a été calme 189 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{89}{66} = 1.35.$

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 32°.8 W.
Son intensité est égale à 20.7 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique........	727.87
Nébulosité	5.5
Température $\frac{7+1+9}{3}$ ..	+17°.99
Température $\frac{7+1+2\times9}{4}$ ..	+17°.79
Fraction de saturation........	71 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875)	727.19
Nébulosité..	(1847-1875).	5.4
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	76mm.0
Nombre de jours de pluie.	(id.).	11
Température moyenne ...	(id.).	+16°.81
Fraction de saturat.	(1849-1875)	70 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	Céligny	Collex	Chambésy	Chatelaine	Satigny	Athenaz	Compesières
Hauteur d'eau en mm.	121.2	117.8	118.0	130.6	132.0	144.3	122.0

Station	Veyrier	Observatoire	Cologny	Puplinge	Jussy	Hermance
Hauteur d'eau en mm.	122.1	120.3	123.8	103.6	128.8	135.7

Durée totale de l'insolation à Jussy : 229h.0.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE JUIN 1904

Le 3, fort vent, pluie et neige.
5, pluie et fort vent.
7, pluie.
8, pluie.
9, fort vent et pluie.
11, pluie.
12, pluie et brouillard.
18, pluie.
24, pluie.
25, pluie.
26, pluie.
30, pluie.

GRAND SAINT-BERNARD — JUIN 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	67.9	68.2	68.1	68.1	+ 2.4	67.5	68.5	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE 1	4	10	10	8	....	....
2	67.2	67.0	66.2	66.8	+ 1.0	65.9	67.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	5	10	8	....	....
3	64.9	65.7	66.6	65.7	− 0.2	64.0	67.1	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	**48.9**	12
4	67.5	67.6	68.1	67.7	+ 1.8	66.9	68.4	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	2	8	7	6	....	....
5	69.0	70.2	70.4	69.9	+ 3.9	68.5	71.0	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	7	6	10	8	10.4	....
6	70.3	70.5	70.3	70.4	+ 4.3	70.0	71.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	4	1	3	....	....
7	69.4	69.3	69.3	69.3	+ 3.1	68.9	69.8	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	4	7	10	7	1.5	....
8	66.6	66.1	65.0	65.9	− 0.4	64.8	68.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	2	10	4	9.0	....
9	63.1	63.7	63.5	**63.4**	− **2.9**	**62.8**	64.1	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	7	10	10	9	16.8	....
10	64.4	65.1	66.0	65.2	− 1.2	69.9	66.4	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	5	7	6	6	....	....
11	65.3	65.1	65.3	65.2	− 1.3	64.9	66.0	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	9	10	6	6.3	....
12	66.1	66.8	67.9	66.9	+ 0.3	65.9	68.2	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	1.8	....
13	68.0	68.5	69.0	68.5	+ 1.8	67.5	69.4	NE. 1	NE 2	NE. 2	NE. 2	1	3	10	5	....	....
14	68.8	69.1	69.8	69.2	+ 2.5	68.3	70.4	SW. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	1	2	10	4	....	....
15	70.0	70.7	71.5	70.7	+ 3.9	69.5	72.1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	7	6	10	8	....	....
16	73.2	74.3	75.7	74.4	+ 7.5	72.8	**76.1**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
17	75.6	74.7	74.6	**75.0**	+ **8.0**	74.0	75.9	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	2	3	7	4	....	....
18	72.4	71.3	70.5	71.4	+ 4.4	70.0	72.8	SW. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	....	....
19	69.4	69.4	69.9	69.6	+ 2.5	69.0	70.1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
20	69.7	69.7	69.9	69.8	+ 2.6	69.3	70.2	SW. 2	SW. 2	NE. 1	SW. 2	7	5	3	5	....	....
21	70.1	70.6	70.2	70.3	+ 3.1	69.8	71.0	SW. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 1	2	5	6	4	....	....
22	72.3	73.2	73.6	73.0	+ 5.7	71.9	74.0	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	2	3	2	....	....
23	72.4	72.2	72.2	72.3	+ 4.9	72.0	73.1	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	0	3	0	1	....	....
24	71.7	69.8	68.8	70.1	+ 2.6	68.0	72.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	0	4	10	5	2.1	....
25	66.0	65.3	63.1	64.8	− 2.7	62.9	67.1	SW. 2	SW. 2	NE. 2	SW. 2	10	10	10	10	12.0	....
26	64.9	65.4	66.3	65.5	− 2.1	63.8	66.7	SW. 2	NE. 1	NE 2	NE. 1	8	10	10	9	16.5	....
27	66.4	67.4	68.4	67.4	− 0.2	66.0	68.9	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	2	10	7	3.5	....
28	68.0	69.5	70.1	69.2	+ 1.5	67.9	70.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
29	69.5	69.1	68.7	69.1	+ 1.3	68.3	70.1	SW. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	2	4	2	15.4	....
30	67.5	67.3	67.8	67.5	− 0.3	67.0	68.1	SW. 1	SW. 2	NE. 2	SW. 2	10	7	10	9	....	....
Mois	68.59	68.76	68.89	68.75	+ 1.64							1.4	5.4	7.2	5.7	144.2	12

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 3.9	+ 4.4	+ 0.3	+ 2.9	+ 0.2	0.0	+ 6.9	81	80	82	81	42	88
2	+ 0.2	3.4	- 1.1	0.8	- 2.0	- 1.2	5.3	81	66	90	79	55	92
3	- 0.7	1.1	0.0	**0.1**	**- 2.8**	**- 1.4**	1.9	86	85	87	86	63	93
4	+ 0.6	3.2	+ 1.7	1.8	- 1.2	- 1.3	4.2	71	66	69	69	55	88
5	1.3	2.5	1.4	1.7	- 1.4	+ 0.5	4.2	73	74	89	79	63	**94**
6	1.9	5.6	4.0	3.8	+ 0.6	1.0	9.5	82	64	78	75	45	90
7	4.6	9.2	5.0	6.3	+ 3.0	2.6	13.0	56	35	73	55	28	80
8	6.0	9.8	4.8	6.9	+ 3.5	4.7	10.9	67	49	88	68	47	90
9	5.3	4.4	4.2	4.6	+ 1.0	4.0	7.4	79	90	89	86	68	92
10	4.0	7.4	4.3	5.2	+ 1.6	3.4	8.3	81	70	84	78	50	88
11	4.5	8.9	3.0	5.5	+ 1.7	2.9	9.3	74	73	85	77	52	90
12	2.7	5.1	3.4	3.7	- 0.1	2.6	5.2	79	83	87	83	70	90
13	3.2	7.9	5.1	5.4	+ 1.4	3.0	8.2	87	63	87	79	58	90
14	5.2	12.8	6.1	8.0	+ 4.0	3.5	**14.3**	62	33	70	55	32	86
15	6.3	10.3	5.0	7.2	+ 3.1	4.6	11.2	54	26	85	55	25	90
16	6.5	12.1	9.4	9.3	+ 5.1	4.1	14.1	48	30	50	43	28	92
17	9.0	12.1	10.0	**10.4**	**+ 6.1**	6.6	13.4	47	57	88	64	46	90
18	6.4	7.5	3.4	5.8	+ 1.4	3.0	10.1	87	84	89	**87**	55	91
19	4.1	8.2	5.8	6.0	+ 1.5	0.0	9.2	32	32	59	**41**	**16**	92
20	3.5	9.3	5.4	6.1	+ 1.5	3.4	10.0	87	70	75	77	55	90
21	5.3	9.5	4.1	6.3	+ 1.6	3.6	10.2	74	72	89	78	40	92
22	5.0	9.4	6.0	6.8	+ 2.1	2.9	11.0	69	68	74	70	23	87
23	5.5	10.7	6.0	7.4	+ 2.6	4.3	11.2	75	74	76	75	35	88
24	6.8	10.3	5.0	7.4	+ 2.5	4.9	11.7	74	73	80	76	45	89
25	4.9	8.5	5.0	6.1	+ 1.1	4.8	8.7	78	73	81	77	48	90
26	5.6	8.0	4.8	6.1	+ 1.1	4.5	8.9	81	79	89	83	71	93
27	2.9	7.1	2.3	4.1	- 1.0	2.2	7.2	88	61	89	79	55	93
28	2.6	9.7	6.2	6.2	+ 1.0	0.4	9.9	54	52	56	54	28	80
29	4.1	9.8	7.0	7.0	+ 1.7	3.5	12.8	69	64	79	71	32	86
30	+ 4.8	+ 6.0	+ 4.6	+5.1	- 0.2	+ 4.4	+ 7.7	80	80	78	79	75	88
Mois	+ 4.20	+ 7.81	+ 4.41	+ 5.47	+ 1.38	+ 2.72	+ 9.20	72	64	80	72		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUIN 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + — **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	67.03	67.34	67.35	67.24	76	68	83	76
2e »	69.85	69.96	70.41	70.07	66	55	77	66
3e »	68.88	68.98	68.92	68.93	74	70	79	74
Mois	68.59	68.76	68.89	68.75	72	64	80	72

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2.71	+ 5.10	+ 2.46	+ 3.42	+ 3.18
2e »	5.14	9.42	5.66	6.73	6.47
3e »	4.75	8.90	5.10	6.25	5.96
Mois	+ 4.20	+ 7.81	+ 4.41	+ 5.47	+ 5.21

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{63}{71} = 0.9$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W.
Son intensité est égale à 8.9 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	60.8	62.6	99.6	144.2
Neige en centimètres....	0cm	0cm	0cm	12cm

NOUVELLE MÉTHODE

POUR LA

MESURE DES RÉSISTANCES ÉLECTROLYTIQUES

LIQUIDES

ET PLUSIEURS DE SES APPLICATIONS

PAR

J. DE KOWALSKI et B. ZDANOWSKI[1]

---

§ 1. — L'excellent travail de MM. Kohlrausch et Holborn[2] *Leitvermögen der Elektrolyte ins besondere der Lösungen* contient un aperçu complet des méthodes pour la mesure de conductibilité électrique des électrolytes. Nous y trouvons que, si pour les mesures des résistances relativement petites, celles qui ne dépassent pas 100.000 ohms, on connaît des méthodes faciles et très exactes, il n'en est pas ainsi pour les mesures des résistances plus élevées. Si on veut atteindre une exactitude suffisante, il faut sacrifier beaucoup de temps et beaucoup de travail.

Les difficultés deviennent de plus en plus grandes à mesure que les résistances augmentent; et comme le

[1] Travail publié en partie dans le *Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie*, n° 10, p. 793.

[2] Chez B. G. Teubner, Leipzig 1898.

dit M. Kohlrausch en parlant de celle de ces méthodes qui est la plus exacte et la plus ingénieuse, ces difficultés sont presque insurmontables, s'il s'agit de mesurer les résistances supérieures à 10^6 ohm's [1].

Pour combler cette lacune qui existait dans l'ensemble des méthodes des mesures électriques, nous nous sommes proposés de rechercher une méthode qui fût facile à appliquer et très exacte en même temps.

§ 2. — Toutes les méthodes, servant à la détermination de la conductibilité spécifique des électrolytes, peuvent être groupées en deux catégories.

1° Les méthodes où l'on applique le courant alternatif.

2° Celles où l'on emploie le courant continu.

Nous ne nous arrêterons pas aux méthodes de la première catégorie ; MM. Kohlrausch et Holborn s'en sont déjà occupés dans l'ouvrage que nous avons indiqué et leur revue critique met en évidence toutes les causes d'erreurs possibles. Dans la seconde catégorie rentrent les méthodes employées par Horsford [3], Schmidt [3], Wiedemann [4], Pouillet [5], Branly [6], Fuchs [7], Major Wildermann [8].

Avant d'élaborer cette nouvelle méthode nous avons entrepris l'étude critique de ces méthodes. Cette étude nous a permis de tirer la conclusion suivante : Chaque

[1] F. Kohlrausch. *Z. f. ph. Ch.* XV, p. 126.
[2] *Pogg. Ann.* 70.
[3] *Pogg. Ann.* 107.
[4] *Pogg. Ann.* 137.
[5] *Comptes rendus de l'Ac. d. Sc.* 4, p. 786 (1837).
[6] *Ann. de l'Ec. norm. sup.* [2], t. II, p. 209 (1871).
[7] *Pogg. Ann.* 156, p. 162 (1875).
[8] *Z. f. phys. Chem.* 14, p. 274.

fois que nous employons le courant continu pour mesurer les résistances liquides, nous avons à craindre deux sources d'erreurs :

1° La polarisation aux électrodes ;

2° La convection au sein du liquide.

Les méthodes électrométriques de M. Branly et de M. Fuchs ainsi que la méthode de M. Wildermann permettent, dans certaines conditions de rendre presque insignifiante l'erreur provenant de la première cause. Toutefois pour les appliquer à la mesure de la conductibilité des mauvais conducteurs, il faut employer des sources électriques à haute tension. Or les résultats des travaux de M. Warburg[1], M. von Schweidler[2] et autres sur la convection électrique montrent qu'elle peut devenir très importante si nous augmentons la différence du potentiel aux bornes des électrodes. Il est vrai que les changements de conductibilité d'un liquide ne se produisent guère, par convection, si le temps du passage est assez court, mais nos études des méthodes mentionnées nous ont démontré qu'il était très difficile de réduire la durée du passage du courant d'une manière suffisante pour pouvoir effectuer des mesures exactes. Les hautes tensions dépassant 1000 volts, appliquées aux liquides mauvais conducteurs, créent dans ces électrolytes, le phénomène de convection en quelques secondes après la mise en circuit. Les méthodes fondées sur l'emploi des très hautes tensions doivent donc être abandonnées.

§ 3. — Toutes ces considérations nous ont conduit

[1] *Wied. Ann.* 54, p. 398.

[2] *Drude's Ann.* 5, p. 483.

à l'étude d'une méthode, qui fut proposée en principe par Siemens en 1860, pour la mesure de l'isolement des câbles.

Siemens procède de la manière suivante : il charge un conducteur à travers la résistance à mesurer ; la capacité du condensateur, la force électromotrice et la durée de la charge étant connues, il en déduit la valeur de la résistance.

Pour appliquer cette méthode à la mesure des résistances des conducteurs liquides, il fallait l'étudier à nouveau et mettre en évidence toutes les causes d'erreurs qu'elle renferme, d'autant plus que les liquides mauvais conducteurs présentent des particularités bien connues.

Ainsi, nous devons surtout tenir compte de deux phénomènes qui ne se manifestent que dans le cas de conducteurs électrolytiques. A savoir :

1° La polarisation des électrodes, entre lesquelles nous mesurons la résistance du liquide.

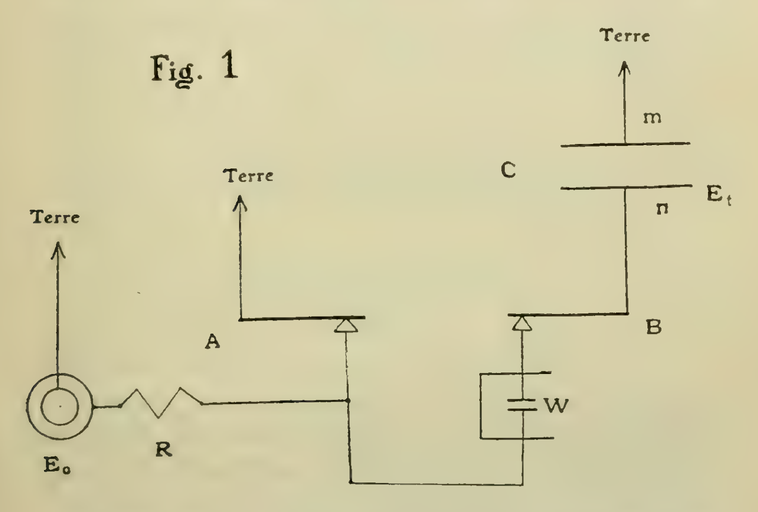
2° La convection électrique.

En outre il faut remarquer que la résistance liquide ne peut être considérée comme une résistance purement ohmique. La capacité électrostatique du condensateur formé par les deux électrodes, intervient dans le calcul de la résistance et peut atteindre une valeur considérable si le liquide employé a une grande constante diélectrique.

Pour nous rendre compte de l'importance des erreurs dues à tous ces phénomènes, développons la théorie de la charge d'un condensateur à travers une résistance électrolytique.

Soit C la capacité du condensateur que nous nous

proposons de charger, W la résistance électrolytique, R une résistance purement ohmique (sans self-induction et sans capacité électrostatique) E_o la force électromotrice d'une source d'électricité. A et B sont deux interrupteurs (voir fig. 1). Dans la première phase de l'expérience, les deux interrupteurs A et B sont fermés. Nous choisissons la résistance R assez considérable et telle que la résistance de passage de l'interrupteur A puisse être négligée. Dans ces conditions les deux



armatures *m* et *n* du condensateur étant reliées à la terre, sont au potentiel zéro.

Dans la seconde phase ouvrons d'abord l'interrupteur A ; le conducteur commence à se charger à travers la résistance R + W. Si dans un temps *t* suffisamment court, nous interrompons le courant de charge au moyen de B, l'armature *n* du condensateur C aura le potentiel E_t qui, en général, sera plus petit que E_o. Dans le cas d'une résistance W purement ohmique,

Lord Kelwin a développé la théorie de la charge de la manière suivante :

Nous formons deux équations :

$$(1) \quad \begin{cases} E_o - E_t = i(R + W) \\ i = C \dfrac{dE_t}{dt} \end{cases}$$

de là

$$C(R + W) \frac{dE_t}{dt} + E_t - E_o = o$$

Après intégration, nous obtenons en remarquant que pour $t = o$, $E_t = o$

$$(2) \qquad E_t = E_o \left(1 - e^{-\frac{t}{(R+W).C}}\right)$$

où e est la base des logarithmes naturels. L'équation (2) nous donne

$$(3) \qquad R + W = \frac{t \log e}{C\{\log E_o - \log (E_o - E_t)\}}$$

Notre résistance W n'étant pas purement ohmique, étudions l'influence de la polarisation aux électrodes.

Déjà en 1873, F. Kolrausch[1] avait considéré les phénomènes de polarisation comme dus à une force électromotrice spéciale dite «de polarisation» M. Kohlrausch admet que cette force électromotrice peut être considérée comme une fonction de la quantité d'électricité, qui passe entre les électrodes dans une direction déterminée. Ce savant exprime la force électromotrice de polarisation E_p par l'équation

$$(4) \qquad E_p = \frac{1}{K} \int idt$$

[1] F. Kohlrausch. *Pogg. Ann.* 148, p. 143.

où K est une constante qu'il nomme « capacité de polarisation ».

Les nouvelles recherches de M. Wien [1], démontrent, qu'en dehors de cette force électromotrice de polarisation, nous sommes encore obligés d'admettre une certaine augmentation ΔW de résistance au contact de l'électrode à l'électrolyte, résistance qui est aussi due à la polarisation. Les études de M. Wien permettent de formuler les résultats obtenus comme suit :

1° Une résistance électrolytique W se comporte au passage d'un courant comme si elle était composée d'une résistance purement ohmique W′ et d'une capacité électrostatique K, mise en série avec cette résistance. Dans certaines limites relativement étendues, les valeurs de W′ et de K sont indépendantes de la densité du courant.

2° W′ est toujours plus grand que la vraie résistance W du liquide ; nous exprimons ceci par l'équation

$$W' = W + \Delta W$$

3° K est proportionnel à la surface des électrodes et ΔW inversement proportionnel à la même surface. M. Wien a déterminé les valeurs de K et de ΔW pour les électrodes de différents métaux dans différents électrolytes.

Pour tenir compte de l'influence de ΔW, nous mettons dans les équations (1) $R + W + \Delta W$ au lieu de $R + W$.

Calculons aussi l'influence de K.

[1] W. Wien. *Wied. Ann.* 58, p. 37.

Les équations (1) deviennent :

$$(5) \quad \begin{cases} i = C \dfrac{dE_t}{dt} \\ E_o - E_t - E_p = i\,(R + W + \Delta W) \\ E_p = \dfrac{1}{K} \displaystyle\int i dt \end{cases}$$

En remplaçant i dans l'équation

$$E_p = \frac{1}{K} \int i dt$$

par sa valeur, nous obtenons

$$E_p = \frac{C}{K} \int \frac{dE_t}{dt}\, dt$$

En posant

$$(R + W + \Delta W) = A$$

l'équation (2) prend la forme

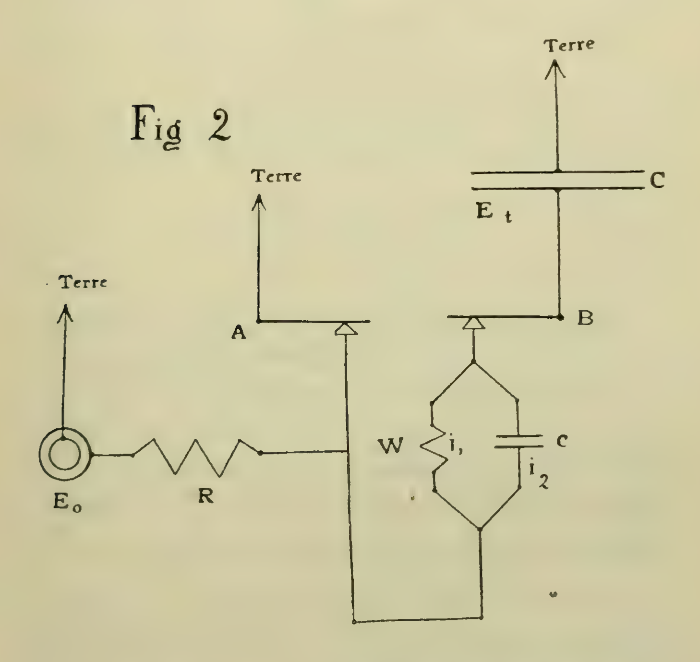
$$(6) \quad E_t = \frac{1}{1 + \frac{C}{K}} E_o - \frac{1}{1 + \frac{C}{K}} E_0\, e^{-\left(1 + \frac{C}{K}\right)t}$$

Nous voyons que la différence entre E_t donnée par l'équation (2) et E_t donnée par l'équation (6) dépend uniquement du rapport $\frac{C}{K}$.

Donc, pour qu'il soit permis de négliger l'erreur due à la polarisation des électrodes, il suffit de choisir les conditions de l'expérience de telle sorte qu'on ait pour valeur de $\frac{C}{K}$ une fraction très petite. De même ΔW

devra être très petit par rapport à W. Nous reprendrons ces conditions à l'occasion de la discussion sur notre dispositif expérimental.

Calculons maintenant l'influence de la capacité électrostatique du système d'électrodes. Cette capacité se manifestera d'après le schéma suivant (fig. 2) :



Le courant i se divise entre deux branches parallèles du circuit, dont l'une est constituée par une résistance purement ohmique W et l'autre par un condensateur de capacité c égale à celle des électrodes.

Soit i_1 l'intensité du courant dans la première conduite et i_2 l'intensité dans la seconde ; désignons encore

par r la résistance apparente totale de deux conduites; nous pouvons former alors les équations suivantes :

$$i = i_1 + i_2$$
$$ri = E_o - E_t$$
$$i_1 = \frac{E_o - E_t}{W}$$
$$i_2 = C \frac{dE_t}{dt}$$
$$i = C \frac{dE_t}{dt}$$

Ces cinq équations nous permettent de déterminer la valeur de r.

$$r = \left(1 - \frac{c}{C}\right) W$$

Cette équation signifie, qu'en ajoutant parallèlement à la résistance ohmique un condensateur de capacité c, la résistance apparente r présentée au courant de charge du condensateur C est plus petite que la résistance réelle W. L'influence de la capacité électrostatique des électrodes agit donc dans un sens opposé à celle de la polarisation et ne dépend que du rapport $\frac{c}{C}$.

§ 4. — Pour vérifier par l'expérience les principes énoncés ci-dessus, nous avons procédé comme il suit :

Un pendule de Helmholtz, construit récemment par M. Edelmann [1], nous a servi d'interrupteur A et B du schéma. Nous ne donnons pas ici la description détaillée de cet appareil. Nous admettons qu'il est suffisamment connu. Mentionnons seulement qu'un tour com-

[1] M. Th. Edelmann. *Drude's Ann.* 4, p. 274.

plet de la vis de réglage des interrupteurs correspond à un temps de 0,0001563 de secondes. Comme chaque tour est divisé en 100 parties et que l'on peut prendre la distance maxima des deux interrupteurs égale à 110 tours, nous pouvions donc varier le temps de charge du condensateur C de 0,000001563 seconde jusqu'à 0,017193 seconde. La valeur E_t des armatures du condensateur fut mesurée par la décharge à travers un galvanomètre ballistique.

E_t est, comme nous l'avons vu pour le même condensateur, une fonction de la résistance et du temps. Il y a donc une valeur déterminée du temps t, qui correspond à la plus grande sensibilité de la méthode.

Pour atteindre la sensibilité maxima, il suffit qu'un petit changement de la résistance produise un grand changement de E_t.

Cherchons donc l'expression mathématique, qui indique pour notre méthode les conditions de la plus grande sensibilité.

Désignons par V la vitesse du changement de E_t relative à r

$$V = \frac{dE_t}{dr}$$

De l'équation (2) nous déduisons

$$V = - E_o \frac{t}{r^2C} e^{-\frac{t}{rC}} \tag{7}$$

ou

$$r = R + W$$

La sensibilité de la méthode atteindra son maximum quand la valeur absolue de V atteindra le sien.

Si la résistance r et la capacité C sont déterminées, V est fonction seulement du temps t.

Nous avons alors

$$(8) \qquad \frac{dV}{dt} = E_o e^{-\frac{t}{rC}} \left(\frac{1}{r^2C} - \frac{t}{r^3C^2} \right)$$

et

$$(9) \qquad \frac{d^2V}{dt^2} = E_o e^{-\frac{t}{rC}} \left(\frac{t}{r^4C^3} - \frac{2}{r^3C^2} \right)$$

Il suit de ces deux équations que V est maximum pour

$$\frac{t}{rC} = 1$$

d'où enfin

$$E_t = E_o \left(1 - \frac{1}{e} \right)$$

ou approximativement

$$(10) \qquad E_t = 0,632 \; E_o$$

On pouvait facilement trouver, pour chaque cas particulier, la valeur du temps t remplissant la condition 10 en changeant la position réciproque de deux interrupteurs A et B du pendule de Helmholtz.

§ 5. — Conformément aux principes énoncés, nous avons adopté pour les expériences la marche suivante : Un condensateur à air de capacité $C = 0,03823$ microfarads était chargé à travers une résistance ohmique

$$R = 173,96 \text{ ohms}$$

et la résistance électrolytique inconnue au moyen d'une batterie d'accumulateurs, dont le nombre des éléments pouvait être varié à volonté.

La durée de charge était réglée au moyen des deux interrupteurs du pendule de Helmholtz. Sitôt le second

des interrupteurs ouvert nous déchargions le condensateur au moyen d'un commutateur à travers un galvanomètre balistique ; nous obtenons ainsi la valeur de E_t.

Pour chaque expérience, nous avons déterminé la position des deux interrupteurs de façon à avoir, comme nous l'avons dit plus haut $E_t = E_o . 0,632$.

Après cela, en remplaçant la résistance électrolytique par une résistance ohmique en fil de charbon, sans self-induction, nous cherchions une valeur de celle-ci, qui donnerait la même valeur de E_t que précédemment. C'est donc, pour ainsi dire, un procédé par substitution.

Nous avons très souvent vérifié pendant notre travail si la principale condition d'exactitude de nos mesures successives $E_o =$ Const. était remplie. En réalité, la batterie d'accumulateurs très bien isolée et ayant des éléments d'un grand type conservait parfaitement sa charge.

§ 6. — Pour que notre méthode soit exacte, il faut pouvoir négliger l'influence de la polarisation des électrodes et de l'influence de la capacité électrostatique du condensateur formé par les électrodes. La théorie développée plus haut montre, qu'il faut pour cela que le rapport $\frac{C}{K}$ et $\frac{c}{C}$ soient négligeables vis-à-vis de l'unité.

La cuve électrolytique, dans laquelle on mesurait la résistance de l'électrolyte devait donc avoir une grandeur telle qu'elle remplît, par rapport à notre condensateur C les conditions imposées.

Nous avons choisi la forme qui a été proposée par

M. Kohlrausch[1]. Les électrodes, de forme carrée en lames de platine de $0,2^{mm}$ d'épaisseur, avaient chacune comme surface environ 370^{mm^2}. La distance entre les deux électrodes parallèles était de 0,9 cm.

En calculant avec ces dimensions la capacité électrostatiques des électrodes dans l'air nous voyons qu'elle ne dépasse pas $7,5.10^{-7}$ microfarads. En admettant une constante diélectrique égale à 81, ce qui n'est vrai que dans le cas où l'on emploie l'eau comme électrolyte, la capacité ne dépasse pas 6.10^{-5} microfarads. Les condensateurs à air que nous avons employé ayant 0,03823 microfarads, le rapport $\frac{c}{C}$ ne sera jamais plus grand que $\frac{1}{600}$. — Si nous nous contentons de cette précision, nous pouvons négliger l'erreur provenant de la capacité électrostatique des électrodes.

L'influence de la polarisation peut aussi facilement être calculée. Nos électrodes étaient en platine poli ; nous ne les avons pas couverts de noir de platine — ce qui diminue la polarisation — afin d'éviter l'action décomposante du noir de platine sur certains liquides organiques. Vu la grandeur des résistances mesurées, la correction ΔW pouvait être négligée. Nous savons, d'après les recherches de M. Wien que ΔW ne dépasse pas la valeur de quelques ohms. Le rapport $\frac{C}{K}$ peut être aussi évalué au moyen de chiffres trouvés par M. Wien. Celui-ci donne[2] dans son travail, comme va-

[1] Kohlrausch u. Maltby. *Wissenschaftl. Abh. der Phys. Techn. Reichs-Anstalt,* III, p. 169.

[2] *L. c.*, p. 65.

leur de K. cm.$^{-2}$ pour des électrodes en platine poli, 48 microfarads. Les deux électrodes de 3,7 cm.^{2} de surface, considérées comme un condensateur en série, nous donnent, d'après les chiffres de M. Wien, une capacité de 88 microfarads. Le rapport $\frac{C}{K}$ n'est donc pas supérieur à 0,0005. Nous étions donc en droit de négliger l'influence de la polarisation.

§ 7. — Toutes ces considérations théoriques étant terminées, il nous reste à voir, si notre méthode donne en pratique des résultats satisfaisants. Dans ce but, nous étions obligés d'effectuer une série de mesures en variant les conditions d'expérience. Les études préliminaires furent faites sur de l'alcool pur comme électrolyte. Elles démontrèrent qu'avant tout, on devait éviter les erreurs provenant du changement de température. C'est pourquoi la cuve électrolytique renfermant l'alcool a été introduite dans un thermostat de forme spéciale. Nous n'avons pu nous servir du thermostat d'Ostwald, employé habituellement dans les mesures de ce genre. Nous étions obligés, dans nos expériences, de maintenir un isolement parfait des parois de la cuve électrolytique, ce qui ne serait pas possible si la cuve était plongée dans l'eau. Nous avons donc construit un thermostat à pétrole, chauffé par une résistance électrique. Il était facile de maintenir constante la température à 0,02° près. Les expériences nous ont démontré qu'il ne suffisait pas de maintenir constante la température extérieure de la cuve. Vu la grande résistance du liquide, nous avons remarqué, qu'après quelques expériences consécutives, le liquide, se trouvant entre les électrodes, s'échauffait par le passage du cou-

rant, dans une mesure suffisante pour fausser nos expériences. Nous avons donc employé un agitateur à palettes de verre pour remuer fortement le liquide après chaque expérience.

Les plus grandes différences entre les résultats successifs ne dépassent pas 0,3 %.

Nous avons aussi exécuté une série de mesures en variant la force électromotrice employée, ainsi que la capacité du condensateur C. Tous les résultats étaient en parfait accord avec la théorie que nous avons développée. Cependant, tout cela ne nous paraissait pas suffisant et nous nous sommes efforcés de démontrer directement l'exactitude de notre méthode. Dans ce but nous avons mesuré la résistance de l'eau non distillée, prise au robinet de la conduite d'eau du laboratoire de physique de l'Université de Fribourg. Cette eau possède une conductibilité électrique k de l'ordre 10^{-5}. Nous pouvions donc très bien mesurer, soit par la méthode de Kohlrausch, soit par notre méthode, la résistance de notre cuve remplie d'eau. Le tableau suivant donne les résultats de ces mesures à la température de 14°,55.

Méthode de Kohlrausch	Notre méthode
r_1 en ohms	r_2 en ohms
12430	12476
12437	12486
12430	12456
12411	12456
$r_1 = 12427$ moyenne	$r_2 = 12469$

$r_2 - r_1 = 42$ ohms, soit une diff. $= 0,33$ %

Nous voyons donc que la différence entre les résultats obtenus par la méthode de Kohlrausch et par la

nôtre ne dépasse pas $^1/_3$ %. Ce tableau est à d'autres points de vue très instructif. Nous voyons que partout les chiffres obtenus par notre méthode sont plus grands que ceux obtenus par la méthode de Kohlrausch. Cela s'explique très simplement en considérant l'influence de la capacité.

Dans notre cas cette influence est négligeable, comme nous l'avons déjà démontré. Par la méthode de Kohlrausch, à la place de la résistance réelle W nous mesurons la résistance[1].

$$r = \frac{W}{\sqrt{1 + c^2W^2a^2}}$$

a étant égale à $\frac{2\pi}{T}$, où T est la période du courant alternatif employé.

Dans le cas d'une résistance relativement grande, comme celle que nous avons mesurée, l'erreur peut devenir appréciable. D'ailleurs remarquons que notre méthode donne des résultats, qui concordent entre eux aussi bien que ceux donnés par la méthode de Kohlrausch.

§ 8. — Comme première application de la méthode nous avons entrepris l'étude de la conductibilité électrique de l'acide trichloracétique dissous dans l'alcool éthylique.

A côté des dissolutions aqueuses étudiées à fond au point de vue de la conductibilité électrique, les dissolutions alcooliques offrent beaucoup d'intérêt. Il semble généralement que les alcools, en tant que dissolvants des électrolytes, présentent quelque analogie avec l'eau.

[1] Kohlrausch et Holborn, *l. c.*, p. 70.

C'est pourquoi l'étude de la conductibilité des dissolutions, soit dans l'alcool pur, soit dans des mélanges d'alcool et d'eau, a été entreprise par beaucoup de savants.

Les principaux travaux dans ce domaine sont ceux de Fitz Patrick[1], Vincentini[2], Völlmer[3], Lenz[4], Schall[5], Arrhénius[6], Wakemann[7], Hartwig[8], Kabloukof[9], Wildermann[10], Campetti[11], Zelinsky et Krapiwine[12], Carrara[13], E. Cohen[14], Walker et Hambly[15].

Pour la plupart ces travaux s'occupent des dissolutions des sels et des acides anorganiques dans l'alcool éthylique et méthylique ; mais M. Wildermann a étudié spécialement la conductibilité électrique de quelques acides organiques, entre autres de l'acide trichloracétique, dissous dans de l'alcool éthylique. Les résultats qu'il obtient, sont des plus intéressants. Il trouve, que les dissolutions de l'acide trichloracétique dans de l'alcool éthylique suivent la loi d'Ostwald ; d'après

[1] *Phil. Mag.* (5), 24, p. 322, 1887.
[2] *Mém. Acc. Torino*, 36, 1884.
[3] Thèse de doctorat. Halle 1892.
[4] *Mém. de l'Ac. de St-Pétersbourg* (7), 30, 1882.
[5] *Zeit. für Phys. Chem.* 14, p. 701.
[6] *Zeit. für Phys. Chem.* 9, p. 487.
[7] *Zeit. für Phys. Chem.* 11, p. 49.
[8] *Wied. Ann.* 33, p. 58, 1888 et 43, p. 839, 1891.
[9] *Zeit. für Phys. Chem.* 4, p. 499.
[10] *L. c.*
[11] *Nuovo Cimento*, 36, p. 225.
[12] *Zeit. für. Phys. Chem.* 21, p. 35, 1896.
[13] *Gaz. Chim. Ital.* 16, p. 1.
[14] *Zeit. für Phys. Chem.* 25, p. 1.
[15] *Trans of the Chem. Society*, p. 61, 1897.

M. E. Cohen, ce serait le seul fait connu, où une dissolution alcoolique suivrait cette loi.

M. Wildermann arrive à ce résultat en étudiant des dissolutions relativement concentrées et au moyen d'un calcul indirect.

Nous avons jugé intéressant d'étendre les recherches de M. Wildermann à des solutions plus diluées et de vérifier ainsi son résultat.

Nous avons employé comme dissolvant de l'alcool éthylique pur, mais contenant encore quelques traces d'eau, dont nous n'avons pas cherché à le débarrasser, suivant ainsi le conseil de beaucoup de savants, qui l'ont employé. Il est établi en effet, que l'alcool absolu est très peu stable, il attire très facilement l'humidité de l'air et sa conductibilité spécifique change aussitôt.

Comme il nous importait beaucoup d'avoir des résultats bien constants, nous avons préféré travailler avec un dissolvant moins pur, mais bien défini par rapport à sa conductibilité électrique. Cette conductibilité était à la température 18,9° égale à $0,318.10^{-6}$.

Les mesures étaient effectuées par notre méthode dans une cuve électrolytique décrite antérieurement ayant une capacité de

$$C = 0,1151$$

Les électrodes en platine n'étaient pas couverts de noir de platine. Cette précaution a été prise à cause de l'observation faite par MM. Wildermann et Cohen relativement à l'action du noir de platine sur l'alcool éthylique. Ces savants trouvent que le noir de platine transforme l'alcool en acide acétique, et cela dans des quantités qui changent notablement la conductibilité électrique de ce dissolvant.

Toutes les dissolutions ont été faites d'après le procédé de M. Kohlrausch avec la plus grande précision en partant d'une dissolution de $^1/_{10}$ normal. Toutes les mesures étaient effectuées dans un temps assez court, pour que l'estérification ne pût se produire.

Le tableau suivant donne les résultats des mesures.

$t = 18,9°$

φ	w	$10^6.k$	$10^6.k'$	Λ	Λ'
$0.5.10^6$	22700	5,097	4,779	2,548	2,389
1.10^6	32290	3,565	3,246	3,565	3,246
2.10^6	45630	2,523	2,204	5,046	4,409
4.10^6	63740	1,806	1,488	7,224	5,951

Dans ce tableau :

φ est le nombre de centimètres cubes de la dissolution dans laquelle est contenu un gramme équivalent de

$$CCl_3CO—OH$$

w est la résistance mesurée en ohms dans notre cuve électrolytique :

k la conductibilité spécifique en unités $\frac{1}{\text{cm. ohm}}$

k' la conductibilité spécifique égale à k-k_1 où k_1 est la conductibilité spécifique du dissolvant.

Λ la conductibilité moléculaire calculée d'après la formule

$$\Lambda = k.\varphi$$

Λ' la conductibilité moléculaire calculée d'après la formule

$$\Lambda' = k'.\varphi$$

Nous employons, comme on le voit, les notations introduites par M. Kohlrausch[1]. Pour comparer les chif-

[1] *Zeit. für Phys. Chem.* 3, p. 170.

fres obtenus par nous pour la conductibilité moléculaire spécifique avec les chiffres obtenus par M. Ostwald et ses élèves, nous sommes obligés de multiplier ces derniers par 1,063.

Dans notre tableau nous donnons les deux valeurs de la conductibilité spécifique. D'après Arrhénius, pour obtenir la valeur exacte de la conductibilité spécifique d'un sel neutre en dissolution, il faut déduire de la conductibilité spécifique mesurée celle du dissolvant.

Kohlrausch fait la remarque qu'en procédant de cette manière pour le calcul de la conductibilité spécifique des acides, on obtient des chiffres qui sont plutôt trop petits. La vraie valeur doit se trouver entre les deux. C'est en nous guidant sur ces considérations, que nous préférons donner les deux valeurs afin de pouvoir les employer toutes deux dans les calculs suivants :

La loi d'Ostwald est exprimée par l'équation suivante :

$$\frac{\Lambda_\infty(\Lambda_\infty - \Lambda_v)v}{\Lambda_v^2} = K \tag{11}$$

où

$$v = 1000\,\varphi$$

Cette équation peut être mise sous la forme

$$\frac{\left(\frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}\right)^2}{v\left(1 - \frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}\right)} = K \tag{11'}$$

De cette équation nous déduisons

$$\frac{\Lambda_{v_1}^2}{\Lambda_{v_0}^2} = \frac{\Lambda_\infty - \Lambda_{v_1}}{\Lambda_\infty - \Lambda_{v_0}} \cdot \frac{v_1}{v_0} \tag{12}$$

où

$$v_0 < v_1$$

correspondent à deux dissolutions de concentrations différentes. M. Wildermann fait le raisonnement suivant : comme

$$\Lambda_{v_1} > \Lambda_{v_0}$$

il suit que

$$\frac{\Lambda_\infty - \Lambda_{v_0}}{\Lambda_\infty - \Lambda_{v_1}} < 1$$

et

$$\frac{\Lambda_{v_1}}{\Lambda_{v_0}} < \sqrt{\frac{v_1}{v_0}}$$

Pour des dissolutions peu ionisées, la différence entre

$$\frac{\Lambda_{v_1}}{\Lambda_{v_0}} \quad \text{et} \quad \sqrt{\frac{v_1}{v_0}}$$

ne sera pas grande ; elle doit augmenter avec la dilution. Les mesures de M. Wildermann confirment cette déduction, il y voit la vérification de la loi d'Ostwald pour les dissolutions de l'acide trichloracétique. Si nous procédons de même avec les chiffres obtenus par nous, nous trouvons le tableau suivant :

φ $0.5.10^6$	$\frac{\Lambda_{v_1}}{\Lambda_{v_0}}$	$\frac{\Lambda'_{v_1}}{\Lambda'_{v_0}}$	$\sqrt{\frac{v_1}{v_0}}$
1.10^6	1,39	1,36	1,414
2.10^6	1,41	1,36	1,414
4.10^6	1,43	1,35	1,414

Nous voyons que pour les valeurs corrigées, les prévisions de M. Wildermann se réalisent. Pour les valeurs non corrigées, le rapport

$$\frac{\Lambda_{v_1}}{\Lambda_{v_0}}$$

au lieu de diminuer va en croissant avec la dilution. Cette vérification de la loi d'Ostwald est très indirecte ; c'est pourquoi nous avons cherché à la vérifier encore d'une autre manière. En appliquant l'équation (11) à deux concentrations

$$\frac{1}{v_1} \text{ et } \frac{1}{v_2}$$

nous pouvons déduire la valeur de Λ_∞

$$\Lambda_\infty = \frac{\Lambda_{v_1}\Lambda^2_{v_2}v_1 - \Lambda_{v_2}.\Lambda^2_{v_1}.v_2}{v_1\Lambda^2_{v_2} - v_2\Lambda^2_{v_1}}$$

Cette valeur de Λ_∞ doit rester constante si la loi d'Ostwald est applicable. Malheureusement dans notre cas, cette vérification ne peut se faire avec exactitude. L'électrolyte étant peu dissocié, la différence entre deux valeurs très rapprochées de conductibilité moléculaire est trop petite par rapport à Λ_∞.

Un calcul sommaire démontre qu'une différence de 1 °/₀ dans la valeur de la conductibilité moléculaire donne des différences de 30 °/₀ environ dans la valeur de Λ_∞.

Mais grâce aux travaux de M. E. Cohen[1], Kawalki[2] et Campetti[3], nous avons un moyen encore plus direct pour vérifier la formule de M. Ostwald. En effet, il paraît que le rapport de Λ_∞ pour la dissolution aqueuse d'un électrolyte à Λ_∞ pour une dissolution du même électrolyte dans l'alcool éthylique est constant.

[1] *L. c.*, p. 5.
[2] *Wied. Ann.* 52, p. 300.
[3] *L. c.*, p. 225.

Le tableau suivant semble confirmer ce fait.

Electrolyte	Λ_∞ dans l'eau	Λ_∞ daus l'alcool	Rapport
KC_2H_2O	94,0	30,9	0,31
KJ	121,6	46,0	0,37
LiCl	96,0	32,1	0,33
$AgNO_3$	109,0	35,4	0,32
NaCl	103,0	35,9	0,35

Nous pouvons donc obtenir la valeur de Λ_∞ pour l'alcool en multipliant la valeur de Λ_∞ pour l'eau par 0.34. M. Ostwald a déterminé la valeur de Λ_∞ pour l'acide trichloracétique dissous dans de l'eau.

Dans les unités que nous employons

$$\Lambda_\infty = 381$$

Avec cette valeur nous pouvons calculer la grandeur constante K d'Ostwald.

Nous obtenons

$$\Lambda_\infty = 129,5$$

$\varphi = \frac{v}{1000}$	$\frac{\Lambda_v}{\Lambda_\infty}$	K	$\frac{\Lambda'_v}{\Lambda'_\infty}$	K'
$0,5.10^6$	0,0197	$7.91.10^{-7}$	0,0185	$6,93.10^{-7}$
1.10^6	0,0276	$7,87.10^{-7}$	0,0251	$6,46.10^{-7}$
2.10^6	0,0389	$7,89.10^{-7}$	0,0340	$6,00.10^{-7}$
4.10^6	0,0560	$8,24.10^{-7}$	0,0459	$5,53.10^{-7}$

Remarquons que les chiffres obtenus pour K au moyen des valeurs non corrigées de Λ concordent mieux en général avec la loi d'Ostwald, que les chiffres obtenus au moyen des valeurs corrigées Λ'. Mais si les premiers vont en croissant avec la dilution, les seconds diminuent, ce qui tend à prouver que la vraie valeur de Λ est entre les deux, ce que nous avons déjà dit

plus haut. Du reste, si nous comparons notre tableau avec ceux contenus dans le travail de M. Ostwald, au moyen desquels il établit sa loi, nous voyons que, pour certains corps, il existe encore des différences plus grandes que dans notre cas entre les valeurs successives de K. Nous pouvons donc admettre qu'avec une certaine approximation la loi d'Ostwald est suivie par l'acide trichloracétique en dissolution dans l'alcool éthylique. Si nous admettons comme valeur vraie de K la moyenne de toutes les valeurs de K et K′ multipliées 100 (comme M. Ostwald le fait) nous obtiendrons :

$$K = 7{,}1.10^{-7}$$

La constante de dissociation de l'acide trichloracétique dans l'alcool serait donc environ les $0{,}5.10^{-6}$ de la constante du même acide dans de l'eau. C'est-à-dire environ 26 fois plus petite que celle de l'acide acétique dans l'eau. C'est ce qui concorde à peu près avec les faits observés par Menschoutkine dans son étude sur l'estérification des alcools par des acides organiques.

§ 9. — L'influence qu'exerce sur la conductibilité électrique un corps non-conducteur, ajouté à une dissolution, a été jusqu'à maintenant très peu étudiée. Les travaux de M. R.-J. Holland[1] et de M. Arrhenius[2] surtout, donnent des résultats vraiment intéressants.

Toutefois, ces travaux ne s'occupent que des mélanges dans lesquels la quantité du corps mauvais conducteur est relativement petite. Cela tient à ce que le

[1] *Wied. Ann.* 50, p. 261.
[2] *Zeit. für Phys. Chem.* 9, p. 87.

non-électrolyte, ajouté à une dissolution diminue d'une manière générale sa conductibilité électrique.

On est amené ainsi à mesurer des résistances liquides très grandes, ce qui offrait jusqu'à présent de grandes difficultés.

Notre méthode nous permettant de mesurer facilement ces résistances nous avons entrepris l'étude de l'influence de la benzine sur la conductibilité des dissolutions de l'acide trichloracétique dans l'alcool éthylique. Les tableaux suivants représentent les résultats de ces recherches.

I. Benzène 20 °/₀ + Alcool 80 °/₀

$k_a = 0{,}247.10^{-6}$

R = 464950 ohms

φ	w	$10^6 k$	$10^6 k'$	Λ	Λ'	$\frac{\Lambda\varphi_2}{\Lambda\varphi_1}$	$\frac{\Lambda'\varphi_2}{\Lambda\varphi_1}$
$0{,}625.10^6$	37050	3,11	2,86	1,94	1,79		
						1,43	1,36
$1{,}250.10^6$	52520	2,19	1,94	2,78	2,43		
						1,45	1,41
$2{,}500.10^6$	71280	1,61	1,38	4,04	3,44		
						1,44	1,28
$5{,}000.10^6$	103380	1,13	0,87	5,56	4,33		

II. Benzène 36 °/₀ + Alcool 64 °/₀

$k_a = 0.179.10^{-6}$

R = 641210 ohms

φ	w	$10^6 k$	$10^6 k'$	Λ	Λ'	$\frac{\Lambda\varphi_2}{\Lambda\varphi_1}$	$\frac{\Lambda'\varphi_2}{\Lambda\varphi_1}$
$0{,}781.10^6$	71652	1,61	1,43	1,25	1,11		
						1,50	1,43
$1{,}562.10^6$	95618	1,20	1,02	1,88	1,60		
						1,56	1,49
$3{,}125.10^6$	122200	0,94	0,76	2,94	2,38		
						1,37	1,22
$6.25.10^6$	178290	0,65	0,47	4,04	2,98		

III. Benzène 48,8 °/₀ + Alcool 51,2 °/₀

$k_d = 0{,}148.10^{-6}$

R = 777700 ohms

φ	w	$10^6 k$	$10^6 k'$	Λ	Λ'	$\frac{\Lambda\varphi_2}{\Lambda\varphi_1}$	$\frac{\Lambda'\varphi_2}{\Lambda\varphi_1}$
$0{,}976.10^6$	137200	0,84	0,69	0,82	0,67		
						1,62	1,53
$1{,}953.10^6$	169400	0,68	0,53	1,33	1,04		
						1,69	1,60
$3{,}906.10^6$	200500	0,57	0,42	2,24	1,66		
						1,38	1,17
$7{,}812.10^6$	288800	0,40	0,25	3,11	1,95		

Dans ces tableaux, R est la résistance du dissolvant composé de benzine et d'alcool, dans les proportions mentionnées en tête de chaque tableau. Les proportions sont prises en °/₀ par rapport au volume. K_d est la conductibilité spécifique du dissolvant. φ, w, k, k', Λ, Λ' ont les mêmes significations que dans les tableaux précédents.

$$\frac{\Lambda\varphi_2}{\Lambda\varphi_1} \quad \text{et} \quad \frac{\Lambda'\varphi_2}{\Lambda'\varphi_1}$$

sont les rapports de la conductibilité moléculaire de deux dissolutions, dont le rapport de concentration est $\frac{1}{2}$. Les chiffres du tableau montrent que la conductibilité moléculaire de l'acide trichloracétique dans un dissolvant composé d'alcool éthylique et de benzène est toujours plus petite que la conductibilité moléculaire du même acide dissous dans de l'alcool pur. Ces résultats concordent avec ceux que trouve Arrhénius pour les dissolutions dans les mélanges d'eau et de différents corps non-conducteurs. Ils concordent aussi avec ceux indiqués par Holland pour des mélanges d'alcool mé-

thylique avec du benzène, du toluol, du xylol, du styrol, de la thérébentine, de la glycérine et de l'éther éthylique.

Considérons les rapports

$$\frac{\Lambda\varphi_2}{\Lambda\varphi_1} \quad \text{et} \quad \frac{\Lambda'\varphi_2}{\Lambda'\varphi_1}$$

Nous voyons que souvent ils dépassent de beaucoup la valeur

$$\sqrt{\frac{\varphi_1}{\varphi_2}}$$

Il s'ensuit que, dans le cas de ces dissolutions, comme nous l'avons déjà dit, la loi d'Ostwald ne peut être appliquée. Dans son travail, M. Arrhénius donne une formule qui doit représenter la conductibilité d'un corps dissous dans un mélange d'eau et d'un liquide non-conducteur, en fonction de la conductibilité du corps dissous dans l'eau pure.

Cette formule est :

$$k = k_o \left(1 - \frac{a}{2} x\right)^2$$

Dans cette équation k est la conductibilité du corps dissous dans le mélange ;

k_o conductibilité de la dissolution aqueuse ;

a une constante ;

x le $^0/_0$ du volume du corps non-conducteur faisant partie du mélange.

Holland trouve que dans les limites qu'il a étudiées, cette formule peut s'appliquer à des dissolutions dans un mélange où l'eau est remplacée par l'alcool méthylique.

Le tableau suivant donne les résultats de ses recherches :

Dissolution dans l'alcool méthylique	k observé	a calculé	k calculé
0,01 °/₀ NaCl	649,9	—	—
5 °/₀ acétone	631,6	—	632,1
10 » »	614,7	0,0055	—
15 » »	597,4	—	597,5
5 °/₀ alcool éthylique	597,7	—	598,5
10 » »	549,4	0,0161	—
15 » »	501,5	—	501,1
0,0 °/₀ KNO_3	754,1	—	—
5 °/₀ benzène	685,6	(0,0186)	687,2
10 » »	623,2	0,0181	—
15 » »	557,4	(0,0187)	562,6
20 » »	498,9	(0,0186)	505,0
0,01 °/₀ $NaNo_3$	717		
5 °/₀ benzène	654,3	(0,0178)	656,8
10 » »	599,4	0,0171	—
15 » »	542,1	(0,0174)	544,3
20 » »	487,6	(0,0175)	492,0

Il était donc très intéressant de faire un calcul analogue pour nos dissolutions.

De deux valeurs k'_0 et k' et des valeurs de x nous avons calculé chaque fois la valeur de la constante a.

Le tableau suivant présente les résultats de ces calculs.

$m.10^4$	$10^6.k'$	$10^6.k'_0$	a	x en °/₀
16,00	2,86	4,46	0,020	20
12,80	1,43	4,20	0,023	36
10,24	0,69	3,58	0,023	36
8,00	1,94	3,27	0,023	20
6,40	1,02	2,92	0,023	36

$m.10^4$	$10^6.k'$	$10^6.k'_0$	a	x en %
5,12	0,53	2,62	0,023	36
4,00	1,38	2,30	0,023	20
3,20	0,76	2,01	0,021	36
2,56	0,42	1,82	0,021	36

m est la concentration en équivalent; les autres désignations ont été déjà expliquées.

Nous remarquons que les dissolutions étudiées par nous suivent la loi d'Arrhénius, résultat qui nous paraît assez intéressant, vu la grande quantité du liquide non-conducteur que nous avons ajouté.

ÉTUDE DE GÉOGRAPHIE DYNAMIQUE

LES RELATIONS SISMICO-GÉOLOGIQUES

DU

MASSIF BARBARESQUE

PAR

F. DE MONTESSUS DE BALLORE

(Avec les planches I et II.)

Les pays barbaresques, Maroc, Algérie et Tunisie, constituent dans le nord-ouest de l'Afrique une unité géographique et géologique bien définie, et c'est la seule région de ce continent où, sauf peut-être une exception notable en Abyssinie, les tremblements de terre soient un phénomène commun et redoutable. C'est donc une province sismique bien caractérisée, malgré de grandes différences locales dans la fréquence et l'intensité des secousses qui l'ébranlent; elle complète ainsi avec la Sicile, la Calabre, la Ligurie et l'Espagne du sud-est, le périmètre presque partout instable du bassin occidental de la Méditerranée.

Ces pays, presque les seuls de haute sismicité en Afrique, sont aussi les seuls qui y aient été plissés et disloqués à une époque relativement récente. Cette

remarque, extrêmement importante, n'est pas le résultat d'une simple coïncidence, elle est la clef, la raison fondamentale de l'instabilité du massif barbaresque. A ce double caractère, on reconnaît qu'il s'agit là de territoires n'appartenant vraiment pas à l'Afrique, mais bien essentiellement européens, et dont l'existence résulte des grands mouvements alpins et méditerranéens de la fin de l'ère tertiaire. Il est donc logique d'en faire l'objet d'une monographie sismique particulière.

Il n'est pas surprenant qu'au point de vue des séismes, comme à beaucoup d'autres, le Maroc soit encore à peu près *terra incognita*, que vingt années seulement d'occupation soient un bien petit laps de temps pour qu'on soit complètement fixé sur la stabilité ou l'instabilité des diverses parties de la Tunisie, mais il est tout à fait regrettable, pour ne rien dire de plus, qu'en Algérie, près de soixante-quinze ans après les débuts de sa conquête, les observations systématiques des macroséismes n'existent pas ; et n'étaient les correspondants bénévoles, surtout des officiers de l'armée d'occupation, qui ont pendant de longues années renseigné A. Perrey en lui communiquant les secousses qu'ils ressentaient, ou dont ils avaient indirectement connaissance, la sismicité de cette province serait tout aussi mal connue que celles de ses deux voisines. Il serait cependant injuste de ne pas rappeler que de 1883 à 1888, Detaille a repris la tradition de Perrey, et que, pendant quelques années, le service météorologique d'Algérie s'est préoccupé des tremblements de terre, mais sans, malheureusement, persévérer longtemps dans cette voie.

Il semblerait, d'après cela, que le moment ne serait

pas encore venu d'entreprendre la description sismique des pays barbaresques et de mettre la répartition de leurs parties stables et instables en parallèle avec les principaux traits géologiques et géographiques. On le tentera cependant, parce que la géologie de l'Algérie commence à être très bien connue, que celle de la Tunisie avance beaucoup et que par suite les conditions générales d'instabilité sont déjà devenues assez claires pour être dès maintenant exposées sans courir le risque de les voir plus tard mettre en contradiction avec les faits. D'ailleurs cette monographie n'est qu'un chapitre d'un *essai de description géologico-sismique* du globe, et pour lequel il faut, dans bien des cas, se contenter pour le moment de documents notoirement insuffisants, sans attendre pour beaucoup de pays que le développement des études sismologiques ait pris autant d'extension partout qu'en Italie, par exemple. A ce compte, c'est un siècle peut-être qu'il faudrait attendre !

L'exposé des conditions générales d'instabilité de ces territoires résultera de la simplicité relative de constitution qu'ils présentent, disposés qu'ils sont de telle sorte que le long d'un méridien quelconque les divers accidents géographiques, géologiques et sismiques se montrent dans le même ordre et sur des profondeurs assez régulièrement uniformes.

Ce qu'on appelle le *massif barbaresque* s'étend de la Méditerranée au Sahara. Il s'élève brusquement de l'isobathe de 2500^{m} qui, de Bône à Nemours, par conséquent — remarque importante — en Algérie seulement, se tient à une distance moyenne de 75 km. du littoral, en lui restant à peu près parallèle. A hauteur

de Nemours il rebrousse au NE pour remonter le long des côtes d'Espagne et passer à l'est et au large des Baléares, tandis qu'à l'autre extrémité il pique droit sur les côtes de la Sardaigne qu'il laisse à droite. Seul l'isobathe de 100^{m} contourne et à grande distance les côtes tunisiennes, les abîmes ne reparaissant qu'entre la pointe SE de la Sicile et l'extrémité occidentale de la Crète, c'est-à-dire bien loin des régions étudiées ici.

Or la bande littorale instable paraît être strictement limitée à l'espace compris entre Bône et Oran et correspondre ainsi exactement à l'isobathe de 2500^{m}. A l'est il est certain que la sismicité n'empiète point sur les côtes tunisiennes ; à l'ouest il se pourrait que l'instabilité, nulle de part et d'autre de Nemours, reparaisse à Melilla. Six séismes connus en ce point ne suffisent point à résoudre définitivement la question ; mais comme de l'île Alboran aux Colonnes d'Hercule, les isobathes succesifs pénètrent de plus en plus dans le détroit à mesure que la profondeur diminue, il est permis de supposer, au moins provisoirement, que profondeur et instabilité marchent de pair, en décroissant progressivement dans cette direction. Quoi qu'il en soit, cette question secondaire et de détail ne saurait être considérée comme tranchée.

En avant des côtes barbaresques les roches éruptives tertiaires, et même plus modernes, se présentent en une série de lambeaux insulaires et littoraux, discontinus et d'âges variés, ne pénétrant que peu dans l'intérieur des terres. Comme il s'agit là d'un trait géologique d'importance capitale au point de vue de la genèse des séismes, non directement, mais comme

accompagnant une gigantesque fracture sous-marine parallèle au littoral, il y a lieu de détailler la façon dont ces épanchements se disposent de l'est à l'ouest.

Au cap Blanc, on voit une barrière de récifs quartzeux néo-volcaniques. Puis à l'île Galite les trachites ont jailli du fond de la mer ; on y trouve aussi des dolérites. A Collo, la fin de l'éocène a été marquée par la sortie des granophyres et des liparites. Non loin de là, dans la chaîne des Babor, le Djebel-Sattera serait un ancien volcan au cratère débordant de scories et de ponces. Aux environs de Bougie un granit et une granulite éocènes percent les masses sénoniennes. Dellys et le cap Djimet ont leurs basaltes, Ménerville ses pointements éruptifs bien définis. On peut ensuite citer la région de Milianah où se montrent trois bandes éruptives successives : le littoral près Cherchell, le pied sud de la première chaîne crétacée, enfin sur 50 km. celle qui accompagne la chaîne Sra-Kebira, crétacée aussi. L'île Habibas est trachitique. Entre Bou-Tlélis et le cap Figalo, les produits volcaniques miocènes rappellent ceux du cap de Gate. D'Aïn-Temouchent à Aïn-Tolba un massif balsatique pléistocène a son cratère le mieux défini dans la dépression Dayat-ben-Gamah. Les épanchements basaltiques et andésitiques de la basse Tafna sont pliocènes. L'île Rachgoun montre des feldspaths vitreux et des pouzzolanes. Au cap Noe on a les ophites miocènes d'Aïn-Nouissi et de Sidi-Safi. On rapporte au jurassique les granites de Nedroma et au crétacé les diorites et les dolérites du nord-ouest du département d'Oran, tandis que dans la basse Tafna les basaltes se sont épanchés dès avant le miocène et jusque pendant le quaternaire même. Aux environs de Nemours la

sortie des andésites pendant l'helvétien a été suivie de rhyolites, de porphyres trachitiques et des trachiandésites de Mzaïda. Les îles Zaffarines ont des trachites, des dolérites et des phonolites ; celle d'Alboran des roches à olivine. Enfin des diorites, des porphyres et des basaltes sont sortis en plusieurs points de l'Atlas marocain.

Cette bande presque linéaire d'épanchements éruptifs jalonnant de bout en bout le littoral nord des pays barbaresques, atteste la continuité et l'énergie pendant de longues périodes des efforts tectoniques ayant donné lieu au relief actuel de ces territoires le long de la Méditerranée ; elle est comme flanquée en Tunisie et au Maroc de retours en aile de même nature, mais qui de toute évidence en sont complètement indépendants. Ce sont à l'est les îles Pantelleria et Julia, avec les pointements ophitiques du sud de la Tunisie, et à l'ouest au Maroc un cône d'éruption vers les sources de l'Oued Tazzeroult dans l'Atlas méridional. La série éruptive méditerranéenne constitue donc une unité parfaitement délimitée qui s'étend entre les îles Galite et Alboran. Cette disposition d'épanchements dont plusieurs sous-marins peut-être, sur le flanc d'un talus de haut relief — 4000^m au moins de la crête de l'Atlas tellien à l'isobathe de 2500^m — fait immédiatement penser qu'il doit y avoir là une faille gigantesque, ou tout au moins une ligne de moindre résistance et d'effondrement au pied de la chaîne.

Et en effet les dépôts marins, secondaires et tertiaires ont été dans cette chaîne portés à des altitudes considérables, tandis que le bassin occidental méditerranéen entre l'Espagne, l'Algérie, la Sardaigne et les

Baléares, occupe l'emplacement d'un massif primaire effondré à une époque relativement récente et dont les témoins subsistent en grand nombre le long de la côte.

Ces restes de l'ancienne chaîne démantelée et arasée sont respectivement de l'est à l'ouest : le massif du Djebel-Edough à l'ouest de Bône ; une bande schisteuse de Philippeville à Djidjelly ; le massif granitique et gneissique de la Grande-Kabylie, occupant tout le bassin du Sebaou et que domine la chaîne calcaire du Djurdura ; les chistes de la baie d'Alger et ceux de la Chiffa ; plus à l'intérieur, des îlots très espacés, tels que le Djebel-Doui, le Temoulga et le Zaccar entre les Traras et la crête des Béni-Salah ; à l'ouest du golfe de Mostaganem des schistes finement plissotés ; au sud de Nemours une bande pénétrant dans le Maroc vers Oudja ; le Raz-el-Déir près de Melilla et le Raz-Torf au nord de Ceuta ; enfin la presqu'île de Ceuta, ramification du Djebel-Mouça.

Tous ces fragments de la chaîne archéenne et primaire, remontant vers le nord dans la partie occidentale et bordant le massif affaissé, sont disséminés au travers des couches secondaires et tertiaires de l'Atlas tellien soulevé en une bande parallèle, de sorte que le littoral barbaresque se trouve compris entre une zone maritime d'effondrement et une zone continentale de surrection, deux mouvements en sens contraire, mais concomitants et de date récente. Par analogie avec ce qui se passe dans beaucoup d'autres points du globe. il est dès lors naturel de penser qu'il doit se trouver là une bande sismique dont l'instabilité s'expliquera par le peu d'ancienneté d'un double événement. dont les causes profondes en rapport avec les grands mouve-

ments alpins de l'époque tertiaire, se manifestent encore sous la forme atténuée de séismes, soit par suite des dislocations correspondantes continuant à jouer sous l'action des mêmes efforts tectoniques, soit aussi et moins directement par manque d'équilibre de couches brusquement dénivelées de 4000^{m}.

Cette bande instable accompagne la série éruptive, mais en est indépendante ; c'est tellement vrai que, par exemple, Oran est très instable tout proche des environs de Nemours, volcaniques mais stables. Sismicité et volcanicicité sont ici, comme en beaucoup de points du globe, des manifestations indépendantes d'un même phénomène géologique, dans ce cas l'effondrement méditerranéen et la surrection de l'Atlas tellien.

La première conclusion qu'un examen superficiel ferait tirer de ces faits est que l'instabilité littorale continue le mouvement d'effondrement. Ce serait dépasser l'observation. En effet, la Sardaigne est aussi un débris du massif primaire et elle est absolument stable en dépit des manifestations volcaniques, pliocènes et quaternaires, de sa côte occidentale, et où la présence des terrains tertiaires lui fait une constitution générale se rapprochant beaucoup de celle de l'Algérie septentrionale si instable. La Corse, tout aussi peu ébranlée, est un autre fragment. Mayorque, dernier témoin d'une chaîne anténummulitique plissée, s'étendant vers l'est, est stable ; là encore l'analogie se poursuit par le voisinage des épanchements volcaniques des Colombretes.

Si donc la Sardaigne, la Corse et les Baléares, placées dans les mêmes conditions géologiques et géomorphogéniques que la côte septentrionale des pays barbaresques, jouissent au contraire d'un parfait repos

sismique, c'est que vraisemblablement les mouvements d'effondrement du massif, ou les efforts tectoniques auxquels ils doivent naissance, sont absolument éteints maintenant. Cette conclusion est certainement regrettable au point de vue de la simplicité de la genèse des séismes de l'Algérie, mais elle est bien justifiée par la constatation qu'on va faire de la stabilité sismique de l'isobathe de 2500^{m}, c'est-à-dire de la ligne de fracture elle-même.

Tout d'abord en ce qui concerne le bassin méditerranéen lui-même, les informations sont à peu près nulles en ce qui concerne les séismes véritablement sous-marins. Le grand travail de E. Rudolph, et auquel il faut toujours se référer pour ces phénomènes, n'en donne pour ainsi dire pas qui ne puissent être rapportés à des séismes d'origine terrestre. Ce silence n'est pas absolument concluant, parce que ce savant a surtout dépouillé les journaux de bord du Seewarte d'Hambourg, et que précisément la navigation allemande est relativement peu développée dans cette mer. D'autre part, on ne peut guère faire état d'une affirmation d'Elisée Reclus d'après laquelle les navires seraient souvent ébranlés dans les parages de l'île Galite, alors que la côte voisine est loin d'être une des plus instables d'Algérie ; ce géographe ne donne, en effet, aucune preuve à l'appui et du reste il ne s'agirait là que d'une portion bien limitée de la surface marine en question; en outre, la Galite est juste en dehors de l'effondrement principal. La navigation entre la France et l'Algérie est tellement intense qu'il serait bien étonnant que les séismes sous-marins n'aient pas fini par devenir de notoriété générale, si vraiment ils

se produisaient avec quelque fréquence. Bref, il est à peu près certain que le bassin occidental de la Méditerranée, limité comme on le fait ici à l'occident de la Sardaigne, est sismiquement stable. Quelques raz de marée d'origine sismique ne sont pas pour diminuer l'exactitude de cette conclusion générale. Restreints surtout à Oran, ils sont plutôt la conséquence de séismes d'origine terrestre.

Cependant les isoséistes limites de quelques graves tremblements de terre, tels que ceux du 21 août 1856 et du 2 janvier 1867, pour ne citer que les deux plus notables et les mieux caractérisés à ce point de vue, ne se sont que peu étendus dans l'intérieur dans le sens des méridiens, mordant, au contraire, sur de grandes distances le littoral de Dellys à Bône et de Tenès à Bougie respectivement. Leurs épicentres étaient ainsi certainement sous-marins, peut-être même fort au delà de l'isobathe de 2500^{m}. Le bassin occidental méditerranéen est donc quelquefois le siège de graves séismes sous-marins y ayant leur épicentre, mais sans qu'il y ait de probabilité que ce point se trouve exactement sur la ligne de fracture, devenue très stable par conséquent.

Si maintenant on considère la côte elle-même, on voit qu'elle présente un grand nombre de points riches en séismes de Bône à Oran ; la carte sismique en fait foi. Plusieurs de ces points, Djidjelly et Cherchell en particulier ont été en de courts laps de temps le siège de secousses nombreuses, mais non graves. On doit les attribuer à des causes locales d'instabilité tout à fait indépendantes de la ligne de fracture. Il faut en voir l'origine dans le découpage des côtes algériennes en

lobes semi-circulaires, comme taillés à l'emporte-pièce et qui représentent des affaissements peut-être subséquents, en tout cas secondaires et en relation avec le double mouvement d'effondrement et de surrection de part et d'autre de l'isobathe de 2500^{m}.

Ainsi l'instabilité ne se manifeste pas au pied du talus, mais à une certaine hauteur, comme conséquence éloignée de la surrection de l'Atlas tellien, dont Welsch fait un événement post-tortonien, et non plus helvétien, ainsi qu'on le croyait avant lui. Ses points d'élection sont surtout les points de contact des terrains tertiaires et quaternaires avec les roches primaires et cristallines. Mais il faut à cette affirmation, dès longtemps énoncée par de Lapparent, Chesneau et d'autres, faire cette restriction que, si en ces points les effets mécaniques des séismes sont le plus redoutables, la localisation de leurs épicentres y est toutefois bien moins certaine.

Tous ces lobes découpés sur la côte sont instables, mais, bien entendu, avec des fréquences inégales. Ce sont de l'est à l'ouest : Philippeville, Djidjelly, Bougie, Alger, Mostaganem, Oran et peut-être Melilla. Là se vérifie donc bien l'observation de Suess que de tels accidents côtiers, résultant d'effondrements, restent souvent instables. Que la cause ainsi suggérée soit ou non exacte pour tous les lobes des côtes barbaresques, il n'en est pas moins vrai que c'est en ces points, ou dans leur voisinage, qu'il faut chercher les dislocations locales capables d'en expliquer l'instabilité. C'est une tâche intéressante qu'il faut laisser aux géologues algériens, le but de cette monographie étant seulement d'exposer les conditions générales de la sismicité. On se

contentera ici de donner quelques indications sommaires de détail que suggère le petit nombre de séismes étudiés scientifiquement dans ces pays, et en se restreignant d'abord à la côte elle-même.

Alger a dû à son rôle antique de capitale d'accaparer à son profit beaucoup de séismes du sud de la Mitidja. Ce n'est cependant pas que sa baie ne soit aussi le siège de secousses propres, mais beaucoup moins énergiques en tout cas.

Gouraya et Villebourg sont célèbres à cause du désastre des 15 et 16 janvier 1901. Ce fut un séisme vertical, dont l'épicentre ne pouvait donc être éloigné. Toute perturbation de la côte doit être définitivement niée, comme ayant accompagné cet événement auquel il faut attribuer une origine terrestre et non sous-marine, quoi qu'on en ait dit.

Les deux localités précédentes, comme aussi Tenès et Cherchell, doivent leur instabilité aux dislocations et au peu de consistance des couches tertiaires sur lesquelles elles sont établies.

Oran a subi de graves désastres ; celui de 1790 est resté célèbre à cause de la destruction de la presque totalité du régiment espagnol des Asturies, enseveli sous les décombres. On eut alors à observer que le solide Santa-Cruz ne participe guère aux mouvements sismiques, remarque plusieurs fois confirmée depuis. Tout au voisinage de cette ville la Sebkra de Misserghin est peut-être une dépression jouant un rôle sismogénique. L'instabilité s'étend ici loin dans l'est jusqu'à Perregaux et Relizane, mais en laissant à Oran une grande prépondérance, sans qu'on sache encore si elle ne le doit pas seulement à sa situation de ville

importante. Le déversement de schistes oxfordiens par dessous le lias dans le Sahel d'Oran indique une énergie de dislocation à laquelle on pourrait attribuer cette instabilité, n'était la très grande ancienneté de cet accident.

Quelques points de la côte algérienne semblent avoir subi des mouvements bradysismiques modernes, peut-être même encore en activité. Les deux plus notables seraient la basse vallée du Chéliff et Tenès. On ne saurait affirmer qu'il y ait relation de cause à effet avec la sismicité. En tout cas cela ne pourra résulter que d'observations suivies et précises faites dans ce sens, car bradysismes et séismes sont indépendants en beaucoup de lieux, en Tunisie par exemple, si l'on veut s'en tenir à ce qui concerne les régions dont on s'occupe ici.

La chaîne de l'Atlas tellien est jurassique à ses deux extrémités, tandis que la partie intermédiaire est surtout crétacée et tertiaire. Parallèle au littoral, sa surrection concomitante à l'effondrement méditerranéen a entraîné jusqu'à nos jours l'instabilité de son flanc nord en certaines localités échelonnées au bord sud de la Mitidja, d'El-Affroun à Blidah. C'est certainement là le point de beaucoup le plus ébranlé de l'Algérie et des autres pays barbaresques. Un accident géologique de haute importance, le pli renversé et étiré du massif de Blidah, probablement postérieur à l'helvétien, donc relativement récent, paraît pouvoir rendre compte de la très grande instabilité de cette ligne. Mais en même temps une mauvaise situation des centres habités, établis le long de la chaîne sur des terrains sans consistance et en discordance sur ceux du

massif, aggravent singulièrement les conséquences mécaniques des secousses, et cette disposition malheureuse est tellement fréquente en Algérie que Chesneau a pu dire avec beaucoup de raison que, sauf Alger et Constantine, la plupart des villes semblent avoir été édifiées exprès dans les situations les plus dangereuses.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'instabilité produit ses effets destructeurs en ces lieux. Ainsi entre Chancelade et Mouzaïaville se rencontrent les ruines de Tanaramussa Castra, dont la brusque disparition de la liste des évêchés de la province d'Afrique a fait penser à des archéologues autorisés que cette ville avait été détruite par un tremblement de terre. Ce sont les ruines de 1715 et de 1716 qui ont valu à Aly, Dey d'Alger, l'honneur d'avoir le premier édicté des réglements d'édilité propres à diminuer les dégâts sismiques par une meilleure application des règles de l'art de bâtir dans le cas particulier des pays à tremblements de terre. La très mauvaise qualité des matériaux et l'absence presque complète de chaux dans le mortier sont aussi des facteurs importants dans la production des dommages, surtout aux habitations indigènes.

Au contraire, la Mitidja centrale avec ses profondes couches alluvionnaires résiste beaucoup mieux aux effets mécaniques des secousses, sécurité relative qu'elle partage pour la même raison avec la plaine moyenne du Chéliff.

En pénétrant davantage dans l'intérieur de l'Atlas tellien, on voit que de Takitount à Fort-National la Kabylie présente un certain nombre de centres d'ébranlement plus riches en séismes que gravement atteints, si l'on excepte toutefois le massif primitif des Beni-

Yala. Là le terrain primitif est généralement assez solide pour que les secousses sismiques n'aient pas des conséquences bien redoutables.

Il semble que les tremblements de terre d'Aumale tirent leur origine du massif du Dehrah situé au sud. Cette ville appartient au flanc sud de l'Atlas tellien très instable de Boghar à Guelma, en passant par Mansourah, les Bibans, Bordj-bou-Arrézidj, Sétif et Constantine, à des degrés divers naturellement, et dont les trois premières ont été à plusieurs reprises durement éprouvées. Les dislocations qui ont ici accompagné la surrection de la chaîne suffisent à rendre compte de cette instabilité. Il y faut joindre la mauvaise situation des villes, mais aussi le fait que certaines sont au bord d'anciens lacs miocènes et pliocènes — Sétif, Borj-bou-Arréridj et Mansourah — et qui paraissent peut-être jouer ici un rôle sismogénique analogue à celui des lobes de la côte, simple suggestion que seule des observations ultérieures pourront justifier ou infirmer.

A l'inspection de la carte on s'aperçoit vite que la vallée moyenne du Chéliff, au nord de l'Ouaransénis, sépare deux parties instables de l'Atlas tellien, dont les ébranlements ne se communiquent pour ainsi dire jamais de l'une à l'autre, même sous forme de tremblements de terre de relai.

Dans beaucoup de pays les plissements, quand ils ne sont pas trop anciens, jouent un rôle sismogénique de premier ordre, autrement dit les efforts tectoniques originaires de plissement se perpétuent encore comme séismes. En est-il de même ici pour les trois systèmes qui s'y font remarquer : N. 58° E ; W-E ; N. 103° E ? La question vaut la peine de s'y arrêter.

Le système le plus étendu est le premier, N. 58° E ; Il affecte l'Oranie, en partie instable, mais en même temps la région de l'Alfa très stable depuis les frontières du Maroc jusqu'à la dépression du Hodna, l'Atlas saharien stable aussi jusque vers Bou-Saada, l'Aurès de sismicité médiocre, et enfin le massif des Nemencha, dont on ne sait à peu près rien, sinon que le camp romain fortifié de Lambessa aurait été reconstruit en 268 sous l'empereur Gallien à la suite d'un tremblement de terre, si l'on en croit une inscription dont il ne reste que des fragments, mais adroitement complétée et restituée par Wilmans. Ces plissements sont donc éteints et ne peuvent expliquer l'instabilité de l'Oranie ; il faudra recourir à des dislocations particulières pour rendre compte du phénomène.

Les plissements W-E de l'Atlas tellien s'étendent, au contraire, à toute la partie instable de la chaîne, à l'exclusion de l'Oranie, de sorte qu'on serait fondé à leur attribuer un rôle sismogénique important, surtout si l'on parvient à les mettre en rapport direct avec la surrection de la chaîne, ce qui paraît probable.

Quant au système N. 138° E., il n'affecte que la Kabylie et la dépression du Hodna, deux régions instables. Jouerait-il aussi un rôle ? On serait tenté de l'admettre.

On a signalé un peu plus haut en passant la stabilité sismique de l'espace intermédiaire entre les deux Atlas, tellien et saharien ; c'est la région des Chotts, des hauts plateaux, de l'Alfa, le petit désert en un mot. Elle est très explicable, car c'est une suite de hautes plaines, très anciennement plissées, et où le jurassique et le crétacé ne sont affectés que de larges rides sans dislocations importantes.

L'Atlas saharien est stable à l'ouest. A Laghouat seulement on a signalé quelques séismes d'ailleurs sans importance et plutôt rares, ainsi qu'en fait foi le registre des observations météorologiques tenu pendant de longues années à l'hôpital de cette ville.

Au contraire, l'extrémité orientale, tant de l'Atlas saharien que de la région des hauts plateaux, c'est-à-dire l'Aurès et le Hodna, mais surtout cette dépression, sont très instables. En particulier M'Silah est un centre d'ébranlement des plus importants. Bou-Saada n'est pas non plus à l'abri des dommages ; ce n'est pas que jusqu'à présent, du moins, on y ait signalé des séismes dévastateurs, mais construite à la bordure du bassin d'alluvions du Hodna et à l'issue d'une vallée sur des terrains détritiques, ces conditions déplorables suffisent à y aggraver les effets mécaniques des secousses sur les habitations.

On a voulu mettre les séismes d'Algérie en relation avec le système hydro-thermal, qui y atteint un développement considérable. Il faut décidément renoncer à cette opinion, car il s'étend indistinctement sur des régions instables et stables, l'Atlas tellien et le pays de l'Alfa. Assurément les sources thermales indiquent des dislocations profondes, dont les unes peuvent à bon droit être rendues responsables de séismes, les autres apparaissant comme dénuées de toute mobilité actuelle. Quant aux perturbations de plus ou moins longue durée qui ont souvent affecté le régime des sources thermales à la suite de tremblements de terre, ce sont là phénomènes consécutifs, incapables de donner, quoi qu'on en ait dit, de sérieuses indications sur l'origine même des séismes. Les travaux de sondage pour les

puits artésiens des oasis ont eu fréquemment à en souffrir, notamment dans le Hodna.

Dans beaucoup de circonstances en géophysique, la constatation que des phénomènes se présentent en séries parallèles a souvent une importance considérable. La carte sismique d'Algérie montre nettement sept de tels alignements à peu près dirigés NE-SW, et parallèles aussi aux failles du système de Zaghouan qui a imprimé son cachet à toute l'orographie du nord de la Tunisie. Ce sont de l'est à l'ouest :

Bône, Guelma;

Philippeville, Constantine, Ouled-Rhamoun, Batna;

Djidjelly, Takitount, Sétif;

Bougie, Beni-Yala, Bordj-bou-Arreridj, M'Silah, Bou-Saada;

Sidi-Aïch, Mansourah ;

Fort-National, Aumale ;

Alger, Blidah, Médéah, Boghar.

Doit-on y voir autre chose qu'une coïncidence purement géométrique ? La question est ardue. Mais on ne peut se défendre de constater avec étonnement que cette direction NE-SW a dans l'Europe occidentale une importance capitale au point de vue orographique. géologique et sismique. C'est celle des plissements herciniens. On s'abstiendra de faire ici des hypothèses, pour séduisantes qu'elles puissent être.

La disposition des lieux a conduit logiquement à étudier tout d'abord la répartition de la sismicité en Algérie ; il reste à en faire autant pour les autres régions, Tripolitaine et Fezzan, Tunisie à l'est, Maroc à l'ouest. La pauvreté des documents sismiques permettra de le faire beaucoup plus rapidement.

A vrai dire la Tripolitaine et le Fezzan ne font pas partie des pays barbaresques. Question de voisinage si l'on s'en occupe ici, et parce que la stabilité du reste de l'Afrique ne donnera guère l'occasion d'en faire l'objet d'une monographie sismique.

La Tripolitaine est un territoire jurassique sans grand relief et à grande distance précédé d'une mer sans profondeur. Il ne semble pas y avoir probabilité pour qu'elle soit de notable sismicité, la présence de la chaîne volcanique encore fraîche du Djebel-Gourian n'étant pas ici plus qu'ailleurs un facteur d'instabilité à elle seule. On ne saurait cependant être très affirmatif, les observations faisant complètement défaut. Il est à la rigueur possible que les grands séismes de la mer Ionienne se propagent jusque là, en y conservant même quelquefois un certain caractère de gravité. Cela expliquerait l'origine d'une légende régnant à Tripoli, d'après laquelle une prophétie menacerait la ville de fléaux redoutables et en particulier de tremblements de terre, si l'on osait toucher à l'arc-de-triomphe de Marc-Aurèle et Varus. L'explorateur de Mathuiseux pense que les anciens missionnaires ont propagé, sinon créé même, cette croyance dans le louable but de sauver l'édifice en lui évitant de servir de carrière de pierre à bâtir. Les mouvements bradysismiques de la Cyrénaïque et de la Tripolitaine ne semblent pas concomitants d'ébranlements sismiques.

Dans le désert Ghadamès et Mourzouk figurent chacune pour deux séismes connus, sans qu'il soit possible de dire s'il s'agit seulement de phénomènes rares et accidentels, dont presque aucun point du globe n'est entièrement indemne, ou si ce sont des points de véri-

table instabilité. Mais là encore les conditions extérieures feraient pencher pour la stabilité.

Abordant maintenant la Tunisie par le sud, on rencontre tout d'abord Tozeur avec trois séismes sur le bord de la ligne des Chotts Fededj, Djérid, Rharsa et Mehlrir, qui en prolongement du golfe de Gabès pénètrent au loin dans le désert le long d'énormes falaises, au nord sur 140 km. de long jusqu'au seuil de Kriz, avec une dénivellation atteignant 500^{m}, et au sud sur une distance bien moindre et une différence de niveau de 300^{m} seulement. Quel que soit le sort final réservé dans l'avenir au projet Roudaire d'utiliser, pour en faire une mer intérieure rafraîchissante, cette remarquable et certainement assez récente ligne d'affaissement que beaucoup supposent à tort avoir été immergée dans l'antiquité historique, et que des géologues ont comparée à la boutonnière du Pays de Bray, on ne peut nier qu'il se rencontre là un ensemble de conditions favorables à l'instabilité sismique. Or Gabès à son débouché oriental est certainement une localité très sujette aux tremblements de terre, témoin les nombreuses secousses ressenties du 11 au 18 juin 1881, mais qui n'ont point été dénombrées. Malheureusement l'absence complète d'observations le long de la ligne en question ne permet pas de conclure ferme et les trois séismes de Tozeur n'y suffisent pas davantage. La question reste à résoudre, probablement dans le sens de l'instabilité ; on aurait alors une région sismique s'étendant jusqu'au pied de l'Aurès en Algérie. A l'avenir d'en décider.

Plus au nord, Sfax, Mehadia et surtout El Djem, paraissent constituer une petite région instable indé-

pendante. Comme en ces parages un lehm d'origine terrestre recouvre le crétacé et s'enfonce sous la mer, il faut en conclure à un affaissement récent qu'on ne saurait cependant pas clairement mettre en relation avec ces séismes, parce que ces phénomènes d'affaissement se présentent en beaucoup d'autres points, eux stables, du littoral tunisien, comme en font foi beaucoup d'études archéologiques et historiques.

On arrive maintenant au massif disloqué de Zaghouan, dont la grande faille du même nom et de direction NE-SW marque le trait orographique le plus saillant et le plus net de la Tunisie. Elle a occasionné un rejet de plus de 1000^{m}. C'est là une ligne maîtresse de dislocation jalonnée de horsts jurassiques dont le Djebel-Zaghouan est le principal. La ligne de dislocation au nord du massif part du fond du golfe de Tunis, mais est moins importante que celle du sud dont on a parlé plus haut; elle correspond à la profonde échancrure du golfe et à l'isolement du cap Bon. Elle explique aussi pourquoi le littoral barbaresque, sur de si longues distances dirigé W-E, se retourne brusquement au sud en Tunisie. On ne saurait méconnaître la dépendance des séismes de ces parages avec un accident tectonique de cette importance. Ces tremblements de terre ne sont vraiment pas destructeurs, si l'on excepte toutefois le désastre plus ou moins authentique d'Utique vers 407 ou 410.

En Kroumirie, une région instable très secondaire semble exister du Kef à Béja, suivant la direction de l'Oueg-Mellégue, affluent de droite de la Medjerda, c'est-à-dire parallèlement à la faille du Zaghouan, simple remarque qui suffit pour faire admettre jusque-

là l'influence sismogénique de ce système de dislocations.

On a déjà eu à signaler la stabilité du littoral nord-tunisien simultanément à la disposition des grands fonds.

Le Maroc est encore bien moins connu que la Tunisie au point de vue des tremblements de terre. Nos connaissances à cet égard se réduisent à quelques indications qui auraient grand besoin d'être complétées.

De Melilla au détroit l'on ne sait rien de la stabilité ou de l'instabilité du littoral. Il serait téméraire d'avancer des suppositions à cet égard ; cependant le fait qu'il s'agit là d'une bande primaire permet de penser que cette côte ne doit guère être sujette aux séismes.

Du bassin de la Malouya et de l'Atlas l'on ne sait absolument rien non plus quant aux tremblements de terre.

Tetuan, Ceuta et Tanger, bref les abords du détroit de Gibraltar, sont assez souvent et fortement ébranlés. Ces parages participent ainsi à l'instabilité des côtes andalouses.

Les chocs sismiques consécutifs au grand désastre de Lisbonne du 1er novembre 1755 ont eu un effet destructeur dans le Maroc septentrional, surtout à Fez et à Mequinez. On serait tenté d'y voir des tremblements de terre « *de relai* » de cet événement fameux dont l'origine était certainement sous-marine. Mais comme Rabat et Salee, ainsi que les deux premières villes, ont eu à souffrir à d'autres époques, il pourrait se faire que le bassin du Sebou renferme une région instable, soit par suite d'un reste de mobilité des failles qui ont découpé l'Atlas marocain en une triple série de terras-

ses successives, soit comme conséquence lointaine des efforts tectoniques qui ont donné accès dans l'Oranie par cette voie à la mer miocène venant de l'ouest, simultanément avec l'ouverture du golfe symétriquement placé du Guadalquivir, dont l'ancien emplacement est instable aussi tout autour de Grenade surtout.

On ne peut rien dire sur les quelques séismes graves de Marakesch et d'Agadir. On sait seulement que le massif interposé est extraordinairement difficile et disloqué.

On en a fini avec les suggestions que nos connaissances encore très insuffisantes sur les séismes des pays barbaresques permettent de faire sur leur genèse. Aller plus loin actuellement serait s'exposer à les voir bientôt contredites par les faits. Bien des études de détail restent à faire, quand l'installation, si désirable, d'un service régulier d'informations et d'observations sismologiques aura mieux précisé la répartition des régions stables et instables. C'est une tâche dont la nécessité s'impose en des territoires souvent éprouvés et qu'il appartient de faire progresser à une puissance de haute culture intellectuelle, la France.

I. — *Algérie.*

1.	El Affroun	5
2.	Afrique (côte N. de l')	3
3.	Aïn-Beda	1
4.	Aïn-Regada	1
5.	Aïn-Smara	1
6.	Aïn-Tagrount	2
7.	Aïn-Temouchent	1
8.	Akbou (Metz)	1
9.	Alger	97
10.	Algérie	4
11.	Ameur-el-Aïn	1
12.	Amoucha	1
13.	Anat	1
14.	L'Arba	1
15.	Arbal	1
16.	Arcole	1
17.	El Arrouch.	1
18.	Arzew	2

19.	Aumale	39
20.	Azazga	2
21.	Batna	7
22.	Bel-Assem (chez les —)	1
23.	Beni-Melek (Mt)	1
24.	Beni-Merit	1
25.	Beni-Yala (massif des —)	9
26.	Berronaghia	1
27.	Les Bibans	6
28.	Biskra	3
29.	Blad-el-Mamourah	1
30.	Blidah	41
31.	Boghar	12
32.	Bône	4
33.	Bordj-bou-Arreridj	36
34.	Bordj-Medjez-el-Fontani	1
35.	Bou-Djemas	1
36.	Bouffarick	7
37.	Bougie	21
38.	Bou-Nif	1
39.	Bon-Saada	11
40.	Bon-Tlélis	1
41.	Bouzarèah	1
42.	Cassaigne	1
43.	Castiglione	2
44.	Cherchell	42
45.	Cheurfa (Chez les —)	1
46.	La Chiffa	2
47.	Clinchant	1
48.	St-Cloud	1
49.	Condé-Smendon	2
50.	Constantine	15
51.	St-Cyprien des Attafs	3
52.	Dehrah (Mt)	4
53.	Dellys	1
54.	St-Denis-du-Sig	2
55.	Djidjelly	74
56.	Douérah	2
57.	Dra-el-Mizam	3
58.	Dréah	1
59.	Cap Falcon	1
60.	Flatters	3
61.	Guelma	18
62.	Gouraya	8
63.	Hammam-R'hira	3
64.	El Hassi	1
65.	Ste-Hélène	1
66.	L'Hillil	2
67.	Hussein-Dey	2
68.	Kalaa (Cap —)	1
69.	Kalaa	1
70.	Kerrata	2
71.	Kherba	1
72.	Kherbet-el-Achem	1
73.	Koléah	7
74.	Kodjé-Berré	1
75.	Laghonat	5
76.	Lambessa	1
77.	St-Leu	1
78.	Mansourah	19
79.	Mascara	5
60.	Matmata (massif des —)	1
81.	Mazagran	1
82	Médéah	8
83.	Mélouza	1
84.	M'Gaous	3
85.	Milianah	1
86.	Millesimo	1
87.	Molidia (?)	1
88.	Mondjebeur	1
89.	Montenotte	1
90.	Mostaganem	12
91.	Mouzaïa (flanc E du Mt —)	2
92.	Mouzaïaville	7
93.	M'silah	69
94.	National (Fort —)	9
95.	Nedroma	1
96.	Nemours	2
97.	Oliviers (Col des —)	5
98.	Oran.	72
99.	Orléansville	5
100.	Oued-Amisour	1
101.	Oued-Fodda	2

102. Oued-Marsa	1	123. Staouéli (massif de—)	1
103 Oued-Meriem	1	124. Stidia	1
104. Oued-Metah	1	125. Stora	5
105. Ouennoupha	2	126. Tablat	3
106. Ouled-Rhamoun	5	127. Takitount	6
107. Palestro	1	128. Tamsourah	1
108. Perregaux	1	129. Tazmalt	1
109. Philippeville	18	130. Ténés	43
110. Raz-Eulma	1	131. Teniet-el-Haad	3
111. Relizane	10	132. Tizi-Ouzou	3
112. Safsa	1	133. Le Tlélat	1
113. Le Sahel	2	134. Tlemcen	2
114. Saighi	1	135. Zaouaghoua	1
115. Sebkra [de] Bou-Ziane	1		
116. Seriana	1	*En mer.*	
117. Sétif	16		
118. Sidi-Aïch	19	136. 5 lieues au NNE de la Sebkra Rous.	1
119. Sidi-Aïssa	1		
120 Sikkou-Meddour	2	137 Entre la Sardaigne et la Corse	1
121. La Smala	4		
122. Soukharras	1	Total	952

II. — *Tunisie, Tripolitaine et Fezzan.*

1. Béja	1	11. Nabeul	1
2. El Djem	3	12. Nebeur	1
3. Gabès	10	13. Sfax	2
4. Gelfa	1	14. Souk-el-Arba	1
5. Ghadamès	2	15. Tozeur	3
6. Mahdia	1	16. Tunis	15
7. Medjezelbad	1	17. Tunisie (sud de la rég.)	1
8. Mel-el-Dick	1	18. Utique	1
9. Monastir	1	19. Zaghouan	1
10. Mourzouk	2	Total	49

III. — *Maroc.*

1. Agadir (Santa Cruz)	5	7. Mogador	1
2. Ceuta	1	8. Salee	1
3. Fez	3	9. Tanger	22
4. Maroc (Le —)	6	10. Tetuan	4
5. Maroc (Marrakesch)	1	Total	50
6. Melilla	7	Total	1051

LES

VARIATIONS PÉRIODIQUES DES GLACIERS

IXme RAPPORT, 1903

rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers

PAR

Dr Harry FIELDING REID

Professeur à la Johns Hopkins University Baltimore MD.
Président de la Commission

ET

E. MURET

Inspecteur des Forêts à Lausanne
Secrétaire de la Commission.

A. ALPES DE L'EUROPE CENTRALE

I. Alpes suisses.

(MM. F.-A. Forel, à Morges, et E. Muret, à Lausanne.)

Des 90 glaciers qui sont actuellement sous la surveillance des agents forestiers suisses, 58 ont été mesurés dans l'année 1903. La plupart, 43, sont en décrue ou stationnaires, et c'est évidemment le cas de la très grande majorité des glaciers suisses.

La légère tendance à la crue qui se manifestait l'année dernière par un changement de signe dans les allures de 13 glaciers, continue cette année. Trois glaciers sont en crue certaine, confirmée par trois années con-

sécutives d'observations donnant le même sens dans les variations; douze sont en crue probable ou encore douteuse, la variation dans le sens de la crue ayant été constatée pendant une ou deux années seulement.

Les glaciers en crue certaine sont : le *Kaltwasser*, l'une des sources de la Saltine de Brigue, le *Scex-Rouge* et le *Prapioz*, dans la vallée des Ormonts; ces trois glaciers sont affluents du Rhône. Quant aux glaciers dont la crue est encore douteuse, nous les nommerons l'année prochaine si leur changement d'allure se confirme.

Nous donnons sur le même modèle que l'année dernière le tableau des variations des glaciers des Alpes suisses.

Nombre de glaciers.

	En crue certaine.	En crue douteuse	Stationnaires.	En décrue dout.	En décrue cert.	Non observés.	Total en surveil.
1897	4	8	6	10	36	15	79
1898	5	7	6	7	45	14	84
1899	1	9	—	19	44	20	93
1900	1	6	—	14	61	11	93
1901	1	—	—	13	68	12	94
1902	—	13	12	5	48	17	95
1903	3	12	6	8	29	32	90
1903 Bassin du Rhône	3	—	4	5	13	13	38
— — de l'Aar	—	2	2	2	2	4	12
— — de la Reuss	—	1	—	1	3	4	9
— — de la Linth	—	—	—	—	—	2	2
— — du Rhin	—	5	—	—	2	8	15
— — de l'Inn	—	1	—	—	3	—	4
— — de l'Adda	—	—	—	—	2	—	2
— — du Tessin	—	3	—	—	3	1	7

Les observations régulières faites par les soins du Service Topographique Fédéral sur le *Glacier du Rhône* ont donné les résultats suivants, que nous devons à l'obligeance de M. Held, le directeur du Service :

1° Modifications à la langue du glacier.

Recnl moyen de la langue : d'août 1902-août 1903, 11^{m}.50

Recul maximal de la langue sur deux points à gauche et à droite, 22^{m}.—

Superficie du terrain mis à nu par le recul du glacier du Rhône depuis 1902, 4900 m^{2}.

Altitude de la langue du glacier au point où le Rhône en sort, 1800^{m}.40.

La belle double voûte qui s'était formée ces dernières années à la sortie du Rhône hors du glacier, n'existait plus en août 1903. La formation de crevasses en aval de la cascade s'est de nouveau fortement ralentie cette année, en sorte que la langue du glacier est comparativement aux années précédentes très aplatie et peu déchirée.

2° Etat du glacier sur les profils.

	Altitude m yenne		
Profil bleu	1875^{m}23	Affaiss.	1^{m}51
» jaune	2400^{m}21	»	0^{m}20
» rouge	2558^{m}25	Gonfl.	0^{m}79
» inf. du Grand Névé	2819^{m}80	»	0^{m}65
» sup. »	2948^{m}73	»	0^{m}42
» inférieur du Thäli	2744^{m}01	»	0^{m}18
» supérieur »	3042^{m}35	»	0^{m}25

La détermination de la vitesse aux profils jaunes et rouges n'a pas fait constater de modifications de la vitesse, malgré l'augmentation notable d'épaisseur de la glace. La vitesse moyenne est restée à peu près identique sur les deux profils.

II. Alpes orientales.

(MM. E. Richter, à Graz, et H. Angerer, à Klagenfurt.)

Nous avons des rapports relatifs aux observations faites sur 29 glaciers; de ce nombre 18 sont en retrait, 6 à peu près stationnaires et 5 en phase de crue.

I. *Groupe de la Silvretta.*

Il ressort d'observations faites par des guides et recueillies par M. le Dr Fritsch, à Leipzig, que le recul du Jemtalferner s'est élevé en 1902-1903 à 4m30 en moyenne et celui du Fermuntferner à 5m60.

M. le Prof. Dr G. Grim, à Darmstadt, a fait photographier le Jemtalferner depuis le même point que les années précédentes; il existe ainsi à l'heure qu'il est une série de dix années de ces photographies.

II. *Groupe de l'Ortler.*

Il résulte d'observations faites par M. le Prof. Dr S. Finsterwalder à Münich, que la langue terminale du Suldenferner a augmenté fortement d'épaisseur et qu'elle a avancé de plus de 70m durant les années 1895-1903, dont 30m environ pour les années 1901-1903. Le glacier s'est élargi de 31m15 depuis 1897.

Nous avons donc à l'extrémité du glacier une aug-

mentation annuelle moyenne de 9^{m}15 en longueur et de 5^{m}20 en largeur. On a exécuté un relevé photogrammétrique de la langue du glacier en 1903; il en avait déjà été fait un en 1886, 1890, 1895 et 1901.

III. *Groupe de l'Oetzthal (Groupe de Vent).*

Il résulte des observations de M. le Dr A. Blümcke, à Nuremberg, que le Hochjochferner et le Hintereisferner sont en retrait, tandis que le Vernagtferner et le Diemferner montrent de légers symptômes de crue. Le Hochjoch s'est retiré de 2^{m}30; la crue du Vernagt a atteint 5^{m}. La vitesse d'écoulement du glacier est pour l'Hintereis sensiblement la même que l'année dernière; pour le Vernagt elle a diminué encore sur tous les points durant l'année 1902-1903.

Dès 1897 et jusqu'en 1902, la vitesse d'écoulement du glacier mesurée à un profil repéré avec des pierres, avait continuellement diminué; de 1902-1903, en revanche, on a constaté une augmentation de vitesse pour la plupart des points.

Sur l'Hintereis, l'épaisseur de la glace est, à la partie inférieure de la langue, partout en diminution, tandis qu'à la partie supérieure — dans le voisinage du névé — on a constaté un léger gonflement.

L'épaisseur de la glace, sur le Vernagtferner, à hauteur de la rangée de pierres supérieure, a diminué en moyenne de 1^{m}30.

IV. *Groupe du Stubaï.*

D'après des communications de M. le Dr Blümcke, le Uebeltalferner a reculé de 3^{m}50. Toute une série de

moraines transversales à l'extrémité de la langue du glacier auparavant presque immobile, semble témoigner d'une reprise d'activité.

Les observations faites en ce qui concerne l'état actuel des glaciers d'Alpein, Berglas, Grünau, Sulzenau et Fernau, sont dues à M. le Prof. Dr H. Hess à Ansbach, qui a visité durant l'été 1903 la vallée du Stubaï, où il n'était pas retourné depuis longtemps. L'Alpeinerferner n'a que peu reculé durant ces deux dernières années, et un petit rempart morainique situé a 25m environ du glacier témoigne d'un état stationnaire. La décrue annuelle de ce glacier avait été en moyenne de 21m40 en 1892-1895; de 20m40 en 1895-1898; de 11m en 1898-1901; elle est de 3m seulement pour 1901-1903. Une série de photographics, qui permettront de reconstituer l'état du glacier en 1903, ont été prises depuis les points B, C et « Neues Steinmandl » de la carte de Pfaundler, levée en 1886.

Le Berglasferner a reculé de 4m en 1891-1892; de 38m en 1892-1903. Un petit rempart constitué par des débris morainiques et distant du bord du glacier de 10m environ, témoigne d'un état stationnaire remontant à 1900-1901 à peu près.

Le Grunauferner a reculé de 14m dès 1892 au 31 juillet 1903; une ceinture morainique correspond à la crue de 1895 et une seconde ceinture, à l'intérieur, témoigne d'une faible crue postérieure ou d'un état stationnaire.

Le Sulzenauferner s'est retiré de 94m en 1895-1903, soit de 11m70 en moyenne par an, tandis que le Fernauferner n'a été en décrue que de 1892-1898 au moins et a eu dès lors une crue de 6m50.

V. *Groupe du Zillerthal.*

Il ressort d'un rapport de guide, communiqué par M. le Dr M. Fritzsch. que le Rainbachkees (Rambachkees) a reculé de 4m40.

VI. *Groupe du Venediger.*

D'après les rapports de guides rassemblés par M. le Dr M. Fritzsch, ainsi que d'après les observations de M. E. Rudel, maître d'école secondaire, les glaciers suivants seraient en phase de décrue : l'Obersulzbachkees, le Mullwitzkees (de 17m70 en moyenne par an), le Dorferkees (de 52m10 en moyenne par an), le Maurerkees (en moyenne de 9m60 par an), le Simonykees (en moyenne de 3m40 par an) et l'Umbalkees (de 10m50 en moyenne par an).

Le Krimmlerkees, l'Untersulzbachkees et le Schlatenkees sont en revanche à peu près stationnaires.

En ce qui concerne l'Obersulzbachkees, M. Rudel évalue son recul annuel moyen à 8m pour les années 1899-1903; les rapports de guides communiqués par M. Fritzsch l'évaluent à 10m30 en moyenne par an pour les années 1901-1903.

VII. *Groupe du Glockner.*

Les glaciers de ce groupe sont tous en phase de décrue.

D'après une communication de M. le Dr M. Fritzsch, le Grauerkees (Teischnitzkees) s'est retiré de 7m et le Rödnitzkees de 3m20 en moyenne.

Le Dr Angerer a constaté à la langue du Pasterzenkees

un recul de 6^{m}10 calculé sur la moyenne de 9 repères et un rétrécissement latéral de 3^{m}20 sur le bord gauche de la partie médiane du glacier, moyenne de mesures faites à 4 repères.

La vitesse annuelle au « Pflock », sur la ligne allant de la Hoffmannshütte au Seelandfels à la base du Glockner, a été cette année de 48^{m}20 ; elle était l'année dernière de 43^{m}60.

Des crues de 4^{m}30 et de 0^{m}30 ont été constatées aux deux repères placés à l'extrémité inférieure du glacier, dans l'intervalle laissé libre entre les deux lobes de la langue.

VIII. *Groupe de l'Ankogel-Hochalpenspizte.*

Les trois glaciers de ce groupe repérés et observés par M. le Dr Angerer, le Hochalmkees et le Kleinelendkees sont en décrue, le premier de 7^{m}50 (moyenne des mesures faites à 5 repères) et le second de 8^{m}60 (moyenne des mesures faites à 7 repères). Le Grosselendkees en revanche, situé entre les deux glaciers ci-dessus, est cette année en crue comme aussi l'année précédente. Cette crue, constatée aux 5 repères posés, est en moyenne de 2^{m}20.

BIBLIOGRAPHIE

Dr H. Angerer. — Gletscherbeobachtungen im Ankogel-Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1902. *Mitt. d. D. u. Oe. Alpenvereins*, 1903, S. 149.

Dr H. Angerer. — Beobachtungen am Pasterzengletscher in den Jahren 1900, 1901 und 1902. *Id.*, S. 231.

Dr H. Angerer. — Beobachtungen am Pasterzengletscher im Jahre 1903. « Carinthia. II » *Mitt. d. naturhist. Landes-Museums für Kärnten in Klagenfurt*, Jahrg. 1903, S. 212.

Dr A. Blümcke und Dr H. Hess. — Tiefbohrungen am Hinter-

eisferner im Jahre 1903. *Mitt. d. D. u. Oe. Alpenvereins*, Jahrg. 1904, S. 33.

Hans Crammer. — Eis- und Gletscherstudien. *Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Paläontologie.* Beilage-Band XVIII, S. 57.

Dr M. Fritzsch. Gletscherbeobachtungen im Sommer 1902. *Mitt. d. D. u. Oe. Alpenvereins*, Jahrg. 1903, S. 205.

Prof. Dr H. Hess. — Gletscherbeobachtungen im Stubai- und Oetztale. 1903. *Id.* S. 291.

S. Finsterwalder. — Bericht der internationalen Gletscherkommission an dem IX. internat. Geologen-Kongress. Wien 1903. *Comptes rendus Congr. géolog. internat.* Vienne 1901.

III. Alpes Italiennes.

Alpes vénitiennes.

(M. O. Marinelli)

Antelao. Glacier Ouest. — On a retrouvé tous les repères placés en 1897 et 1899. Recul insignifiant (un à deux mètres) dans les six années dernières. On ne peut dire avec certitude si le mouvement en arrière du front a été continu et s'il persiste même à présent, ou bien s'il y a eu de petites oscillations dans les deux directions opposées.

Glacier Est. — On n'a pu retrouver le signal placé en 1897 : il était couvert par la neige.

Glacie delle Marmarole : Glacier Est del Froppa. — Recul de 6m70 au signal I, de 7m30 au II, en 1900-1903. Le repère III n'a pas été trouvé.

Glacier Ouest del Froppa. — Recul de 6m environ, depuis 1900.

Glaciers : Le Selle, Meduce di dentro, Meduce di fuori. — Avec les deux glaciers de Froppa, ces trois glaciers constituent les formations glaciales secondaires (vedrette) du groupe des Marmarole. On a placé des

repères et on a fait des observations sur la topographie de ces bassins, qu'on n'avait pas encore explorés.

Sorapiss. Glacier Est. — Pas de variation sensible depuis l'année précédente.

Glacier Central. — Petit recul (0^{m}5 environ au repère B) depuis 1902.

Elfer. Popera Superiore. — Recul sur les côtés, de 2^{m}50 au repère 3 et 0^{m}90 au repère 2, depuis 1901.

Popera Inferiore. — Stationnaire.

Glaciers du Canin. Glacier Est. — Reculé depuis 1901 (repères H et M).

Glacier Ouest. — L'extrémité frontale de la langue de glace s'est détachée et a recouvert dans sa chute presque tous les signaux.

Observations de M. L. Marson.

Champs de neige du Cavallo. — D'après le guide L. Gandin, tous ces champs de neige ont augmenté considérablement, à l'exception de celui du fond de Val di Piera.

M. Pelmo (Val di Zoldo). — La surface couverte par les neiges a beaucoup diminué depuis 1888, sur le versant occidental de cette montagne. De petits champs de neige représentent seuls aujourd'hui l'aîre étendue, couverte il y a quinze ans.

Alpes Gréees et Pennines.

(H. Francesco Porro)

Grivola. Glacier du Trajo. — Le front est stationnaire. L'enneigement est considérable dans le bassin supérieur.

Grand-Paradis. Glacier de la Tribolazione. — La langue de glace qui existait à l'extrémité ouest de ce grand glacier a disparu depuis 1895-96. Les séracs sur le front ont beaucoup diminué d'épaisseur. L'enneigement croît dans le bassin supérieur.

Grand-Croux. — Reculé de 10 mètres entre 1895 et 1903. L'épaisseur de glace a beaucoup diminué au front du glacier.

Money. Glacier Nord. — Les deux langues formant l'extrémité nord ont avancé de 10m environ depuis 1895. L'extrémité sud a reculé.

Une discussion de toutes les observations qu'on possède sur les glaciers de Valnontey (Tribolazione, Grand-Croux, Money) a fourni une preuve indirecte, assez frappante, de la petite crue de 1891 qui malheureusement n'a pas été observée directement.

Lavina. — Le glacier nord a avancé de 3 ou 4 mètres depuis 1895.

Mont-Blanc. Glacier de la Brenva. — A en juger d'après plusieurs photographies, ce glacier a beaucoup perdu depuis 1897 ; le front a reculé et la surface recouverte par le glacier a diminué d'une façon considérable. L'enneigement en haut est en forte augmentation.

BIBLIOGRAPHIE

Marinelli (Olinto). — Studi orografici nelle Alpi orientali. Serie 1900. — *Bolletino della Società Geografica Italiana*, 1902 (fascicoli VIII, IX, X). — Dans ce travail, les observations sur les glaciers sont exposées en détail (p. 41-60).

Marson (Luigi). — Nevai di circo e tracce carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo. Relazione III. — *Bolletino della Società Geografica Italiana*,1903 (fascicolo XII).

Porro (Francesco). — Nuove osservazioni sui ghiacciai del

Gran Paradiso e del Monte Bianco. — *Bolletino del Club Alpino Italiano*, 1904.

B. ALPES FRANÇAISES

(M. le professeur W. Kilian, Grenoble.)

Le fonctionnement de la Commission française des Glaciers, subventionnée par le Club alpin français, l'Association française pour l'avancement des sciences, la Société des Touristes du Dauphiné, le Prince *Roland Bonaparte* et M. *J. Vallot*, continue à produire d'intéressants résultats et à centraliser les documents relatifs aux appareils glaciaires des massifs montagneux de la France.

Le deuxième Rapport de la Commission, paru en 1903, contient, outre un compte rendu détaillé des observations glaciaires exécutées par M. *Paul Girardin* en 1902 en Haute-Maurienne, dans les Grandes-Rousses et l'Oisans, dont nous avons donné les conclusions dans le dernier rapport de la Commission internationale, une *Revue de Glaciologie*[1] rédigée avec beaucoup de compétence par M. *Ch. Rabot*, qui rendra de grands services à toutes les personnes privées des ressources bibliographiques nécessaires. Cette Revue permettra de se mettre rapidement au courant des récents progrès de la glaciologie moderne ; elle orientera les observateurs dans leurs recherches. La Commission française des Glaciers a publié en outre en 1903 des *Observations sur l'enneigement et sur les chutes d'avalanches*.

[1] Cette Revue, *très complète*, concerne les travaux parus en 1902 ; elle fait suite à une « Revue », du même auteur, parue l'année précédente et relative à 1901.

exécutées par l'Administration des Forêts dans les départements de la Savoie et dues en grande partie aux efforts persévérants de M. *P. Mougin*, inspecteur-adjoint des Eaux et Forêts.

L'été et l'automne 1903 ont été employés à des mesures et explorations dans les Alpes françaises, qui ont donné les résultats suivants :

I. Massif du Pelvoux.

(Observations de MM. G. Flusin, H. Jacob et J. Offner, pour le compte de la Commission française des Glaciers et de la Société des Touristes du Dauphiné).

Glaciers de la Mariande. — Après avoir manifesté une crue légère en 1890-91, ce glacier recule; le retrait atteint surtout la portion occidentale.

Glacier d'Entrepierroux. — Du même type que le précédent ; mêmes observations ; avançait vers 1890-91, recule depuis. Trois repères ont été placés autour de la langue terminale, respectivement de l'Ouest à l'Est, à 2m19 et 8m du front.

Glacier des Sellettes. — Avançait en 1890-91. Recule depuis.

Glacier du Fond ou de la Muande. — Recule depuis trente ans. Un repère a été placé sur la droite du glacier, à 20m du front.

Glacier des Etançons (descendant de la Brèche de la Neige) et *glacier du Pavé* (situé à l'Est du Promontoire). Ont manifesté, après une période de recul d'au moins une vingtaine d'années, la crue de 1890; depuis ils reculent et sont à la veille de se séparer à nouveau complètement. Des repères ont été placés à gauche et

à droite du front du Pavé, respectivement à 12m50 et 14m de la glace, ainsi qu'à 12m50 de la rive gauche du glacier des Etançons.

Glacier du Grand-Vallon. — Recule depuis plus de 40 ans; est réduit actuellement à une bande de glace de 500m de long sur 300 de large environ située au-dessous de l'arête.

Glacier du Petit-Vallon. — Réduit à une petite masse de glace sous le col d'Entrepierroux et à deux névés plaqués contre les parois qui donnent accès au col des Aiguilles.

Glacier du Lauzon. — Recule. Actuellement formé par une masse convexe de glace crevassée de 100 ou 150m de long sur 50 de large.

Glacier du Gioberney. — Du même type que le précédent, mais plus réduit; se creuse et s'éteint.

Glacier situé à l'ouest des Aupillons et des Bans. — Probablement stationnaire depuis quinze ans.

Glacier des Souffles (*ou du Dervoluy*). — Diminue depuis trente ans; des tranches successives de glace se détachent du front et tombent sous forme d'avalanches dans le Valjouffrey.

Glacier de Porteras et de la Grande Roche du Lauzon — D'après le guide Ph. Vincent, ces glaciers ont presque entièrement disparu depuis vingt ans.

Glacier du Chardon (glacier repéré). — Le front recule depuis vingt-cinq ans. Le recul moyen a été de 21m90 de 1901 à 1903, c'est-à-dire de 10m50 par an; il est plus accentué au milieu que sur les bords. Dans la région moyenne du glacier, deux alignements ont traduit, de 1901 à 1903, les variations suivantes :

Alignement n° 1 : Rive droite, diminution de 5m.

Rive gauche, gonflement de 5^m (ce chiffre est sujet à caution par suite de la présence locale à cet endroit d'un névé dû à des avalanches).

Alignement n° 2 (en amont du précédent) : Rive droite, gonflement de 5^m. Rive gauche, diminution de 7^m.

Glacier de la Pilatte (glacier repéré) — Le front recule depuis au moins vingt-cinq ans; de 1901 à 1903, le recul annuel moyen a été de 10^m.

N. B. — Des photographies prises en 1903 pour tous les glaciers précédents, de points repérés et marqués sur le terrain, sont déposées avec les autres documents réunis depuis plusieurs années sur les Glaciers des Alpes dauphinoises, au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble. Une liste en sera publiée dans le rapport adressé à la Commission française des Glaciers.

II. Massif des Grandes-Rousses.

(Observations de M. Flusin (septembre 1903).

Glacier des Quirlies (glacier repéré). — Le front a reculé de 3 ou 4^m depuis septembre 1902.

Les auteurs des observations relatives aux glaciers dauphinois distinguent, parmi ces derniers, *quatre types* distincts, caractérisés par leur disposition topographique et par le régime et la forme de leurs variations.

Tous sont en décroissance depuis 30 ans; cette décroissance *(variation primaire négative)* a été, pour quelques glaciers d'un certain type, interrompue vers 1890 par une crue passagère (variation secondaire positive).

III. Glaciers de la Maurienne et de la Tarentaise.

(Observations de M. P. Girardin, pour le compte de la Commission française des Glaciers.)

Pendant l'année 1902-1903, les glaciers de la Maurienne et de la Tarentaise ont éprouvé des mouvements en sens divers, mais pour la grande majorité d'entre eux la période de régression a continué, avec tendance à l'atténuation du recul pour quelques grands glaciers. Des observations ont été faites entre le 21 août et le 24 septembre 1903.

En Maurienne. les deux glaciers qui ont été le moins atteints par la décrue sont les sources de l'Arc et les Evettes, situés dans la haute vallée de Bonneval (Maurienne). Pour les *Sources de l'Arc*, les repères, placés à 10^{m} en avant du front le 28 août 1902, se trouvaient cette année à 14^{m}50 (rive droite) et 8^{m} (rive gauche) indiquant un recul, mais léger. Entre le 1er et le 5 septembre, coïncidant avec une période de forte chaleur et d'insolation très vive, une brusque progression s'est manifestée, comme si le glacier s'était distendu sous l'influence de la chaleur. D'autres glaciers de la région présentaient des phénomènes concomitants : sur le front du glacier du Mulinet se formait une crevasse longitudinale qui, dans les premiers jours de septembre s'étendait à toute la largeur du glacier, et un petit glacier mort, protégé par une couche de moraines superficielle, rentrait en activité et projetait une véritable coulée de boue.

Non moins signicatif est le *glacier des Evettes* qui est stationnaire dans toute sa partie médiane. Un bloc

aux initiales du prince Roland Bonaparte, portant la date de 1893, garde comme l'année précédente le contact avec une petite moraine renfermant encore de la glace ; en face d'un gros bloc de gneiss, autre repère de 1893, le retrait a été de 5^m^50 (du 25 août 1902 au 24 août 1903), au lieu qu'un repère (repère 2) a donné 12^m^70. Sur l'extrême droite du front, là où s'échappe un second torrent, le glacier se creuse de plus en plus. Le mouvement accuse donc une sensible inégalité entre les diverses parties de ce glacier au front si développé.

Les autres glaciers de la Maurienne présentent tous un recul plus marqué et plus rapide. Sur le glacier de Mulinet, glacier suspendu, largement exposé au soleil, les trois repères subsistants de gauche ont perdu respectivement 16^m^, 10^m^ et 16^m^. Ce glacier est particulièrement sensible. En 1894, 1895 et 1896, il avait donné des signes d'avancement, et son front s'était rapproché assez de l'escarpement qui domine le vallon de la Reculaz, pour projeter des masses de glace jusqu'au fond du vallon. Le glacier contigu du Grand Méan, dont l'extrémité est étranglée entre deux pointes de rocher, est mieux protégé du soleil et il est à peu près stationnaire depuis l'année précédente.

Plus marqué encore est le recul du glacier du Vallonet (glacier inférieur, alimenté par les avalanches de glace du glacier d'Andagne). Il a accentué son mouvement de l'année dernière : la moitié droite du front, plus exposée au soleil, a perdu 25^m^50 (repère 2), tandis que, sur la gauche, à l'endroit où sort le torrent, le retrait n'est que de 5^m^20 (repère 3).

Dans la vallée d'Avérole, deux glaciers sont en ob-

servation : Arnès et Baounet. Le front du glacier de Baounet se retirant en hauteur le long du rocher, la distance horizontale aux repères n'a pas sensiblement varié. Au contraire, le glacier d'Arnès accuse les valeurs de recul les plus fortes : les repères, placés à 40^{m} en avant du front (7 septembre 1902) se trouvaient le 31 août 1903 à 49^{m} (droite) et 65^{m} (gauche), bien que la langue terminale se trouve encaissée au fond d'une étroite gorge dont les parois la protègent du soleil.

En Tarentaise, des repères ont été placés aux glaciers des sources de l'Isère, du Tours, de la Grande-Motte (côté du lac de Tignes) et de Rhêmes-Golette. Enfin dans la Vanoise (versant nord, côté d'Entre deux eaux), les deux glaciers du Pelvaz et de l'Arpont ont été pourvus de repères (1903).

Les repères du prince Roland Bonaparte, placés en 1891, 1893 et 1894, ont été retrouvés en avant de quatre glaciers, deux en Maurienne (sources de l'Arc, les Evettes), deux en Tarentaise (sources de l'Isère, les Tours). Ils permettent d'embrasser l'ensemble du mouvement de ces glaciers pour une période un peu plus que décennale. Ils indiquent un retrait, moins considérable qu'on aurait pu s'y attendre après les étés brûlants de 1893 et 1895, et d'après le recul inquiétant des glaciers dauphinois. Mais ces quatre glaciers se trouvent être les plus importants de la région, et le retrait paraît être d'autant moins rapide que les glaciers sont plus importants, les plus petits étant les plus atteints quand ils ne sont pas supprimés tout à fait. Pour les sources de l'Arc ce retrait total est de 68^{m} depuis 1894 ; pour les sources de l'Isère, de 33^{m}20 depuis 1891 (repère gauche), de 30^{m}20 depuis 1893

(repère droit). Aux Evettes le repère central (1893) est à 31^{m}30 en avant du front, et le repère 4, plus à droite, touche à une moraine contenant de la glace. C'est le glacier qui paraît être le plus stable de la région, en même temps que le plus important.

Le glacier des Tours, repéré par le prince Roland Bonaparte en 1891 et visité depuis en 1894, 1895 et 1896 a perdu, depuis 1891, 307^{m}40.

Ce recul, hors de toute proportion avec les données précédentes, et qui fait du glacier un appareil très sensible, s'explique par le défaut de protection contre le soleil, et sa situation dans une cuvette aux bords largement ouverts.

Enfin si l'on utilise des données telles que la distance des moraines frontales extrêmes dont on sait la date, au front actuel, ou l'ancienne limite telle qu'elle est indiquée dans les levés de la Carte d'Etat-Major, également datés, on peut remonter plus en arrière encore, et au lieu d'une période décennale, on a le retrait total depuis une quarantaine d'années. On voit alors que la valeur moyenne du retrait annuel sur cette longue période est très supérieure à celle que donnent les chiffres de la dernière période décennale, et qu'elle est comparable à celle des glaciers dauphinois. Ainsi les Sources de l'Isère ont perdu 33^{m}20 depuis 1891, soit 2^{m}75 par an (30^{m}20 depuis 1893), et 310^{m} depuis 1863, soit 7^{m}75 par an. Les Sources de l'Arc ont perdu bien davantage, 68^{m} depuis 1894 (7^{m}50 par an) 970^{m} depuis 1864 (près de 25^{m} par an). Pour le glacier de Rhêmes, on peut déduire de la distance actuelle du front au lac de Rhêmes, pris comme repère, qu'il a perdu 570^{m} depuis 1867 (près de 16^{m} par an) ; ainsi

ces chiffres et ces moyennes sont concordants d'un glacier à l'autre et tendent à prouver que le mouvement de retrait, très rapide entre 1860 et 1891-1893 s'est ralenti, tout en se continuant, entre 1891-1893 et 1903.

On voit par ce qui précède, que grâce à l'impulsion donnée par la Commission française des Glaciers qui, depuis sa création (1901) a joint ses efforts à ceux de la Société des Touristes du Dauphiné et qui a su s'assurer pour l'avenir le concours du Ministère de l'Agriculture et celui de l'Administration des Forêts, les études glaciaires ont pris en France, dans ces dernières années, une importance plus grande que par le passé. Il y a lieu de se féliciter hautement de cette initiative, qui permet de concevoir de grandes espérances sur l'avenir de la glaciologie dans notre pays. Nous nous permettons cependant de signaler une lacune : aucun renseignement ne nous est parvenu sur les glaciers des Pyrénées ; la Commission française se préoccupe, nous le savons, d'organiser des observations dans cette chaîne si importante par le type spécial de ses appareils glaciaires ; puisse-t-elle rencontrer les bonnes volontés et les concours nécessaires à cette partie de sa mission !

C. NORVÈGE

(M. P.-A. Oeyen, à Christiania.)

Les données du rapport sont dues à des guides du Club alpin norvégien. M. P.-A. Oeyen y a ajouté les résultats de diverses recherches entreprises.

Jotunheim. — Le temps a été assez mauvais durant la dernière partie de la saison. En été 1901, le Glitterbræ était plutôt en retrait ; en 1902, il était plutôt sta-

tionnaire; en 1902-1903, en revanche, il a fait une crue de 1ᵐ50. Le Blastjernholsbræ est resté stationnaire en 1902-1903. Le Memurubræ oriental a reculé de 8ᵐ40 en 1902-1903 et le Memurubræ occidental de 5ᵐ50 du côté NE.

Les glaciers du Viesdal ont présenté les modifications suivantes :

	1901-1902		1901-1903
Styggebræ	+ 20 m.	—	± 0 m.
Sveljenaasbræ	— 15 »		— 4.80
Tveraabræ	± 9 »		+ 8.60
Heilstugubræ	± 0 »		— 12.70
Storjuubræ	± 0 »		+ 2.60 (Leirdal)

Dans la partie occidentale du Jotunheim, le Mizmaradalsbræ a fait en 1901-1903 une crue de 5ᵐ60. Un petit glacier dans la partie orientale du Mizmaradal a donné naissance durant l'été 1903 à de petites chutes de glace qui tombaient tous les quarts d'heures sur un promontoire rocheux.

Le Ringsbrœ a recule en 1899-1901 de 18ᵐ50 et a fait en 1901-1903 une crue de 6ᵐ70.

Le Skagatolsbræ a fait en 1901-1903 une crue de 2ᵐ60; le Styggedalsbræ une de 5ᵐ40.

Le Gjertvasbræ a avancé de 4ᵐ80 en 1901-1902 et de 1ᵐ en 1902-1903.

Durant l'été 1903, on a mesuré la position de l'Heimre Illaabræ par rapport à un repère fixe, en sorte qu'on pourra déterminer la valeur des variations futures; on a fait de même pour le Smörstabbræ.

Le Storegrorbræ est resté complètement recouvert de neige en 1903; à la fin d'août le Styggebræ près de Memurutind, le Graasubræ, le Skogadalsbræ et les glaciers du Mjölkedal étaient dans le même cas.

Un petit lac morainique à l'extrémité du Grjotbræ, près de Glitretind, dû à l'accumulation des eaux derrière un barrage formé par une moraine marginale, avait 80^m de profondeur environ, 100^m de large et un kilomètre de long.

Durant ces deux dernières années, la quantité de neige a augmenté dans la partie centrale et orientale du Jotunheim. Dans la partie occidentale, la quantité de neige était aussi considérable ensuite des chutes abondantes du dernier hiver et de l'été relativement froid.

Dans le sud-ouest, les glaciers étaient en phase de crue, l'année dernière. Dans l'est du Jotunheim, dans la région de Ronderue, les chutes de neige ont été exceptionnellement nombreuses et abondantes durant l'été dernier, alors que, dans l'été 1897, on n'y avait pour ainsi dire point vu de neige.

Dans le N. du Jotunheim, les neiges n'ont pas été aussi abondantes en 1903 qu'en 1902, mais plus qu'en 1901.

Jostedalsbræ. — Dans la partie septentrionale du Jostedal, les neiges ont aussi été abondantes, mais les langues des glaciers ont continué à reculer. Le Melkevoldsbræ a fait en 1902-1903 une crue de 6^m10. Deux mesurages faits sur le Briksdalsbræ ont permis de constater des décrues de 2^m10 et de 2^m80 ; des opérations identiques ont permis de constater sur l'Aabrekkebræ des décrues de 2^m20 et de 5^m.

Dans l'Olden, l'été s'est montré plutôt froid ; par conséquent la neige abondante et les torrents glaciaires relativement faibles.

Dans le Fjorland, la quantité de neige a été en 1903 à peu près la même qu'en 1902 ; les chutes de neige ont été abondantes durant l'hiver, qui a été plutôt froid.

Le Boïumbræ a reculé en 1903 de 15^{m} dans la direction E 19° S. Depuis 1899, la décrue s'est élevée à 81^{m}.

Le Vettle Suphellebræ s'est retiré de 66^{m} dans la direction N 14° E.

Deux mensurations faites sur le Störe Suphellebræ ont permis de constater dans la direction N 26° W une décrue de 32^{m}70 et une crue de 20^{m} dans la direction W 5° N. Une troisième observation faite sur le même glacier dans la direction N 19° E a fait constater une décrue de 8^{m}.

L'Oestrdalsbræ a eu une décrue très rapide ; le Langedalsbræ aussi a effectué une décrue importante.

Si maintenant on réunit en un tableau les données relatives aux variations de quelques glaciers du Jostedalbræ, recueillies et publiées par le rapporteur, M. Oeyen, durant ces dernières années, on obtient les indications suivantes :

	Boïum brac	Suphelle brac	Vettle brac	Melkevolds brac	Briksdals brac	Aabrekke brac
1893	—	—		—	—	—
1894					+	
1895	—	—		+	+ 15^{m}	+
1896	—	—	—	+	+	+
1897	—	—	—	—	—	—
1898	—	—		—	—	—
1899	—	—		—	—	—
1900	+			— 15^{m}	— 5^{m}	— 10^{m}
1901				— 25^{m}4	— 12^{m}20 — 12^{m}70	— 13^{m}— — 12^{m}30
1902	+ 8^{m} + 24^{m} + 104^{m}	+ 57^{m} — 2^{m}5 + 49^{m}50		— 23^{m}30	— 2^{m}90 — 3^{m}10	— 6^{m}30 — 2^{m}90
1903	— 15^{m} — 11^{m}	+ 20^{m} — 32^{m}70 — 8^{m}—	— 66^{m}	+ 6^{m}10	— 2^{m}10 — 2^{m}80	— 2^{m}20 — 5^{m}—

Des quantités inusitées de neige sont tombées durant l'été 1903 dans la région du Gjegnalundsbræ; il en a été de même sur plusieurs points de la Norvège occidentale, l'année dernière. Un grand nombre de champs de neige ont pris ainsi naissance dans la région de l'Eidfjord et de Gaustadfjeld, l'été dernier.

Folgefon. — Le Bondhusbræ a fait en 1902-1903 une crue de 0m30.

Durant tout l'été dernier, le Folgefon a été recouvert d'une quantité de neige.

Le Bondhusbræ et le Buarbræ sont de nouveau en phase de crue, ainsi qu'on peut s'en rendre compte dans la partie supérieure du glacier. Il en est de même d'autres petits glaciers à l'E. et à l'O. du Folgefon, par exemple le Svartedalsbræ, le Mysevandsbræ, le Pytbræ, le Blaavandsbræ.

Le Rundevatsbræ s'est retiré maintenant à 100m environ en arrière du petit lac sur les rives duquel il venait mourir il y a 15 ans.

Bibliographie.

Ouvrages de M. P.-A. Oeyen, publiés l'année dernière et renfermant diverses données sur les glaciers :

I. Tapesniveau et paa Jæderen (*Chr. Vid. Selsk, Shr.* 1903).

II. Portlandia arctica, Grog. og dinsforekomst i vort land under ratiden og indsöperioden (*l. c.* 1903).

III. Dryas octopetala og Salix reticulata i vort land för indsöperioden (*l. c.* 1903).

IV. Mekanisch undersögelse af glacialt grus, sand og ler (*Arch. Mathm. d. Naturv.* 1904).

V. Undersögelse af moræneg rus i Asker (*l. c.* 1904).

VI. Bræoscillation i Norge 1903 (*Nyt. Mag. Naturv.* 1904).

VII. Studier over vandtemperaturen i Jotunheimens elve og indsöer (*l. c.* 1904).

VIII. Seks geologiske billeder fra Jotunheimen (*l. c.* 1904).

IX. Bræforandring i Jotunheimen 1902-1903 (*Nors Juristforenings Aarbog* 1904).

X. Versuch einer glacialgeologischen Systematik (*Chr. Vid. Selsk. Skr.* 1904).

Appendice.

M. le Dr Reusch, membre correspondant pour la Norvège, a mis à notre disposition le rapport suivant de M. Reckstadt, en exprimant le désir qu'il soit publié sous le nom et la responsabilité de son auteur :

Quelques-uns des plus grands glaciers du Jostedalsbræ ont été mesurés et leur position repérée au moyen de signaux en 1899 et en 1900. Les variations de ces glaciers sont les suivantes :

Suphellebræ. Partie médiane. 1899-1903, décrue : — 31m30.

Suphellebræ. Bord méridional. 1899-1903, crue : + 42m20.

Vetlebræ. Partie frontale. 1899-1903. Décrue : — 102m80.

Tunsbergdalsbræ. Partie médiane du front, 1900-1903, décrue : — 34m50.

Ligarsbræ. Partie médiane du front. 1899-1903, — 75m70.

Bersetbræ. Partie frontale. 1899-1903, décrue : — 112m60.

Faabergstölsbræ. Partie frontale. 1899-1903. Décrue : 48m80.

Lodalsbræ. Partie frontale. 1899-1903. Décrue : — 78m.

Deux signaux ont été placés en 1903, pour repérer la position du Stegeholtbræ.

Dans le Brimkjedel, petit « botn » ou vallon sur le bord occidental du Turnbergdalsbræ, il s'est formé — en 1903 comme en 1900 — une accumulation d'eau glaciaire. Dans la nuit du 22 au 23 août, l'eau a trouvé une issue à 4 kil. environ en aval du glacier et a fait irruption en causant une inondation de la vallée située en-dessous.

D. RUSSIE

(M. J. de Schokalsky.)

I. Caucase.

Durant les mois de juin et juillet 1903, M. Markovitch a visité les glaciers de l'Abkhazie, mais comme son voyage avait le caractère d'une reconnaissance préliminaire, le temps lui a manqué pour faire des observations détaillées.

Dans le bassin de la rivière Tchalti; affluent du Kodor, il a constaté l'existence de glaciers qu'il groupe comme suit :

1. *Groupe de Maroukh :* le glacier principal est situé près de la passe ; pour traverser la chaîne à cet endroit, il faut le longer sur toute sa longueur. Le glacier est sillonné d'une multitude de crevasses et est presque invisible même à une petite distance. Près de la langue terminale, M. Markovitch a dressé un tas de pierres et a pris des repères sur les rochers avoisinants. La langue terminale était complètement couverte de neige et c'est avec peine qu'on trouva sa vraie position. Un autre glacier, le Maroukh oriental, se déverse dans la même gorge de la rivière Tchalti. Tous descendent du pic

Marukh-Bachi. Le glacier de Maroukh occidental est un névé suspendu.

Des deux glaciers de Karage, celui situé le plus au nord est assez petit ; celui du sud est plus grand.

Les glaciers de Sagesta sont constitués par six glaciers : Deux orientaux, qui se réunissent sur le versant nord de la chaîne avec le glacier Kazgich ; deux autres, aussi à cheval sur la chaîne ; deux petits glaciers, situés tout à fait à part. Tous ces glaciers se déversent dans la rivière Sagesta.

2. *Le groupe d'Azgara* est formé des glaciers de Teïmaz au nombre de neuf — tous petits — et de ceux de Sibista, au nombre de deux.

3. *Le groupe Erzog* (Arzach), sur la rive gauche de la rivière Tchalti, se compose d'un glacier situé près du mont Maroukh ; d'un glacier composé formé de deux bras ; de deux glaciers situés, l'un aux sources de Tchalti-Dzikh et l'autre vis-à-vis du glacier d'Amanaour ; d'un grand glacier situé entre les deux précédents ; du glacier de Djessar ; des deux glaciers du mont Safridzou, un grand et un petit ; de deux glaciers aux sources de la rivière d'Azgara, l'un grand, au nord, et l'autre petit ; des quatre glaciers du mont Ptich qui se déversent dans la rivière d'Azgara ; de cinq glaciers du mont Petite Khoutia, se déversant dans la rivière Ptich.

Dans les bassins des rivières Kodor, Klitch et Kloukhor, M. Markovitch a constaté l'existence de quatre groupes de glaciers.

1. Le groupe du *Grand Khouthou*, composé de six glaciers se déversant dans le Kodor, soit cinq dans son affluent le Khezvari, et le sixième dans son affluent le Dgagouvich.

2. Le groupe de *Klitch*, composé de cinq glaciers; celui du bas se déverse dans un affluent de la rivière Simli, et les autres directement dans la rivière Simli elle-même.

3. Le groupe du *Kloukhor* renferme quatre glaciers; huit sont situés à droite de la rivière Kloukhor, entre la caserne de Nakhar et la passe et les trois autres à gauche de la rivière Kloukhor; ces derniers sont petits.

6. Le groupe de *Nakhar* est formé de huit glaciers.

Dans le Daugestan, M. Gane a visité en 1902 le pic Bazar-Duzi (14.700 pieds) dont les glaciers furent explorés dans le temps par Pastoukhof; sur le versant nord il existe quatre glaciers, dont trois petits suspendus, et un grand glacier qui descend dans la gorge de la rivière Seldis-vaza.

Au temps de Pastoukhof, ce glacier avait — y compris le névé — une longueur d'un kilomètre; d'après l'estimation de M. Gane en juillet 1902, il serait en décrue. Ces glaciers ont été explorés cette année par M. Déchi.

LITTÉRATURE

1. Izvestia' de la Section de Caucase de la S. I. R. de Géographie, t. XVI, n° 4, 1903.
2. Gane. *Voyage dans les plus hautes parties de Dagestan.*

II. Le Thian-Chane.

M. Chkapski a visité en 1903 la chaîne de Talasski-Alatan, déjà visitée par M. Fedtchenko en 1897 (voir 3[me] rapport, p. 79). Le 13-16 juin 1903, en remontant le long de l'affluent droit de la rivière Sarbach-Saï,

il trouva la neige à la hauteur de 2900 m. et de cette hauteur, il a pu constater que la chaîne Aïgaïnski, à l'ouest, était exempte de neige, mais que sa partie orientale était complètement recouverte d'amas neigeux ; les pics de Tus-achou et de Tchong-Tach, situés aussi plus à l'est étaient cependant dépourvus de neige. Un petit lac qui existe sur la carte dressée par M. Fedtchenko en 1897, au pied des glaciers de Tchotan, était aussi presque complètement recouvert par la neige et était presque invisible. La moraine des glaciers de Tchotan était aussi à peine visible sous les neiges qui recouvraient leur surface. Pendant la traversée de ces glaciers, les chevaux enfoncèrent dans la neige jusqu'au ventre.

Le glacier de Tus-achou n'était pas couvert de neige au même degré que les précédents.

La passe de Maïdan-Tal était garnie elle aussi d'une couche épaisse de neige, mais le versant sud en était dépourvu.

Le 14-27 juin, M. Chkapski explora le glacier de Tchotana, marqué par M. Fedtchenko sous n° 7 (p. 80 du Troisième Rapport, 1897) ; il était aussi recouvert par la neige. Le cirque du glacier est entouré de parois abruptes; à l'Est il est bordé par une moraine dont la partie supérieure était recouverte par la neige ; tout l'espace entre cette moraine et le cirque, représenté libre de neige sur la carte de Fedtchenko, formait un vaste champ de neige. La moraine terminale est située à la hauteur de 3000 m.; un peu plus haut il y avait un petit lac dont l'eau était très trouble. Les Kirgises, qui ont accompagné M. Fedtchenko, prétendent que ce lac n'existait pas en 1897.

En général, partout dans les montagnes on a trouvé beaucoup de neige ; à la passe de Tournen-bel (3250^{m}), la couche de neige nouvelle atteignait l'épaisseur de 10^{m}. D'après l'appréciation des Kara-Kirghises, l'hiver 1902-1903 a été très riche en neige et la hauteur des neiges tombées évaluée par eux à 2 m.

Près du point où la rivière Tchirtchik débouche dans la vallée, un garde-forestier, M. Postnikoff, observe la valeur des précipitations atmosphériques. Voilà ses données pour trois ans (vieux style) :

Du 15 sept. 1900 au 15 sept. 1901 : $766^{mm},6$
» 1901 » 1902 : $1.055^{mm},1$
» 1902 au 1er juillet 1903 : $1.594^{mm},1$

c'est-à-dire que, pour l'année dernière, la quantité d'eau tombée est triplée[1].

Alatan de Ili. — M. Dmitrief a visité en été 1903, la chaîne d'Alatan de Ili. En longeant la rivière Issik, à l'altitude de 2.500^{m}, il a découvert un lac de moraine, Boz-gade, presque rempli déjà par des dépôts de glaciers; ce lac ne se trouve pas indiqué sur les cartes actuelles.

Aux sources de la rivière Issik, il a trouvé 6 glaciers ; sur l'un d'eux, il y avait un petit lac avec des glaçons nageant à la surface. Après avoir traversé ce glacier dans toute sa longueur, il atteignit la passe donnant dans la vallée de la rivière Tchilik ; cette passe n'était pas figurée sur la carte : sa hauteur absolue est de

[1] Voilà déjà plusieurs années qu'on constate une recrudescence de l'eau tombée en Asie centrale; le niveau du lac Aral et des lacs nombreux au nord de l'Aral s'est élevé, et dernièrement M. Berg, en 1903, a constaté que le niveau du Balkach monte aussi. — J. de S.

4000 m. De cette passe il découvrit encore un glacier sur les versants du pic de Talgar ; M. Dmitrief l'explora en entier et trouva une grande ressemblance entre ce glacier et la Mer de Glace du Mont-Blanc. Il a trois issues principales et une latérale, mais cette dernière se joint à l'issue principale. Le bras de gauche forme une chute de glace. Par sa longueur, près de 11 kil., et sa largeur, 2-3 kil., ce glacier peut être comparé aux plus grands glaciers des Alpes d'Europe. M. Dmitrief l'a baptisé du nom de « Bogatir » (un fort). Des versants du pic de Talgar, ce glacier reçoit encore un affluent. Le glacier Bogatir se termine dans la vallée de Tchilik où il donne naissance à un de ses affluents, la rivière Talgar.

Enfin M. Dmitrief a visité les sources de la rivière Malaja Almatinka (Petite Almatinka) près de la ville de Vernui, où M. Dmitrief découvrit en 1902 un groupe de glaciers nommés Touuksouïsk. L'exploration détaillée de ces glaciers, après un an d'intervalle, montra que celui du sud rétrograde : pour une année son recul peut être évalué à 32 mètres ; toute la partie inférieure du glacier était dépourvue de neige.

Sur ce glacier, M. Dmitrief a érigé le 6-19 août un abri pour deux thermomètres, un *max.* et un *min.;* le 20-2 août-sept de la même année, ces instruments furent, pour plus de stabilité, transportés avec leurs abris sur la moraine de gauche, où ils furent placés à 64^m des parois de rochers et à 960^m de la partie terminale du glacier qui avait sur ce point une largeur de 380^m. L'altitude absolue de ce point est de 3400 m. et les thermomètres étaient placés à 1^m6 au-dessus du sol. Le 20-2 août-sept, le max. marquait + 11°,8 C., et le minimum — 9°,4 C.

Le 20-22/2-4 août- sept., on a observé l'allure du glacier. Pour la mesurer, on planta sur une ligne droite, perpendiculaire à l'axe du glacier, 7 jalons; deux jours après on releva leurs positions relatives et d'après ces observations on calcula que ce glacier avait avancé de 214^{mm} en 24 heures, en un point situé à la distance de 564^{m} de sa partie terminale. Dans ces conditions, il faut une période de plus de 45 ans pour que la neige des névés parcoure toute la longueur du glacier.

Ces glaciers ont été levés à la planchette à l'échelle de 2 verstes pour un pouce anglais (1 : 84.000).

E. AMÉRIQUE DU NORD

I. Etats-Unis.

(M. Harry Fielding Reid, à Baltimore.)

Le glacier du Muir a été visité en mai 1903. On constata alors qu'à la suite du tremblement de terre de 1899, le glacier avait reculé de 5.0 à 5.5 kilomètres. La glace désagrégée couvrait une surface de 12 kilomètres carrés; ce qui n'avait pas fondu ou n'avait pas été emporté par les vagues formait une épaisse masse flottante dans la baie et recouvrait un espace de 23 kilomètres carrés. Le volume de glace ainsi désagrégé peut être évalué à 3000 millions de mètres cubes, soit à quatorze fois le volume entraîné d'ordinaire dans la baie pendant une année. Un « nunatak » sépare l'extrémité du glacier en deux bras; l'oriental est à peu près stationnaire. Tout le courant du glacier passe en fait par la partie occidentale, qui est à peu près aussi large que l'ancienne langue du glacier. Il est probable

que le front du glacier subsistera encore longtemps à ce point.

Trois glaciers dans le voisinage de Skagway, Alaska, sont en phase de décrue et se retirent d'environ 10 mètres par an; il en est de même du glacier de Mendenhall près de Jumeau. On a fait des études sur la végétation dans le voisisinage de ce glacier; l'accroissement des arbres est remarquablement rapide dans la région.

Dans le Washington et l'Orégon les chutes de neige ont été plus fortes que la normale durant les trois dernières années, mais il n'y a aucune preuve que les glaciers soient en crue.

Dans ces dernières années, deux glaciers sur le mont Baker ont reculé; de même les glaciers du mont Hood sont en faible décrue depuis 1901.

Des moraines récentes, remplies encore de glace à l'intérieur, montrent que les glaciers des Trois Sœurs étaient récemment en décrue.

Des couches surplombantes observées dans une crevasse sur un de ces glaciers, doivent être attribuées entièrement à des différences de fusion et n'indiquent pas un glissement des couches supérieures sur les couches inférieures, ainsi qu'on l'a prétendu pour des phénomènes semblables observés, mais sur une plus grande échelle. à l'extrémité inférieure des glaciers du Groënland.

Le glacier de Lyell, en Californie, n'a que peu reculé depuis 1883; en revanche le glacier Mac-Lure, tout proche, montre une décrue apparente. Cette différence est due pour une part à la forme de ces glaciers. Celui de Lyell est plus large que long; tandis que le Mac-Lure a une langue bien marquée. Les autres gla-

ciers de Californie sont très probablement en phase de décrue.

Les glaciers de Chaney et de Sperry, dans le Montana, sont en décrue bien marquée ; le premier a reculé de 200 mètres durant ces huit dernières années.

Dans le Colorado, les chutes de neige ont été très faibles et la température s'est élevée en 1901-1902 ; en revanche, en 1902-1903, les chutes de neige ont été abondantes et la température basse. Il en résulte que le petit glacier d'Arapahoe a augmenté d'épaisseur, mais il n'y a pas de changement de longueur bien apparent. Sur les moraines on a trouvé de la boue identique à celle mentionnée dans le rapport de l'année dernière. Comme il est impossible d'admettre que ce glacier a, dans l'intervalle d'une année, avancé jusqu'à hauteur de la moraine pour se retirer de nouveau en arrière, la première explication donnée à la présence de cette boue, et qui nécessitait des variations relativement très violentes du glacier, doit être abandonnée. Il est probable que cette boue est due à de la poussière chassée par le vent sur la neige, depuis les montagnes environnantes et qui resterait sur les moraines après la fonte de la neige.

BIBLIOGRAPHIE

C.-L. Andrews. — Muir Glacier. *Nat. Geog. Mag.* 1903, XIV, p. 411.

Marsden Manson. — Forest Advance over Glaciated Areas in Alaska and British Colombia. *Forestry Quarterly*, 1903, 1, p. 94.

Junius Henderson. — The Arapahoe Glacier in 1903. *Journ. of Geol.*, 1904, XII, p. 30.

I.-C. Russel. — Glacier Cornices. *Journ, of Geol.*, 1903, XI, p. 783.

Harry Fielding Reid. — Variations of Glaciers VIII. *Journ. of Geol.*, 1903, XI, p. 288.

II. Colombie anglaise et Alberta.

(George et William-S. Vaux, à Philadelphie.)

Après un hiver presque normal, les glaciers en observation dans la Colombie anglaise et l'Alberta ont présenté des variations intéressantes depuis l'année dernière.

Des quatres glaciers mesurés exactement, deux avancent et deux sont encore en décrue.

Victoria Glacier. Alberta. — Ce glacier continue à reculer et à diminuer de largeur. Pour les trois dernières années, l'abaissement du niveau du glacier est à sa partie NW de six mètres en moyenne par an. Dans la région supérieure, sur la rive gauche, il y a une diminution très évidente de l'épaisseur de la glace et une augmentation du nombre des crevasses.

Wenchumna Glacier. Moraine Lake. Alberta. — Ce glacier a été visiblement en phase de crue pendant un certain nombre d'années, mais jusqu'il y a peu de temps il n'avait pas été visité, en sorte que la valeur de cette crue ne peut être déterminée. Cette phase de crue est prouvée par l'envahissement par le glacier d'une forêt en pleine vigueur, renfermant de gros arbres, qui sont renversés par de grandes masses morainiques précédant le glacier dans sa marche en avant.

Illecillewaet Glacier. Britisch Columbia. — Ce glacier continue à reculer et à diminuer d'épaisseur.

Le tableau suivant montre la valeur de cette décrue annuelle mesurée en août, depuis 1898 :

1898-1899	3m50
99-1900	21m—
1900- 01	4m50
01- 02	14m50
02- 03	10m—

Une triangulation soigneusement faite des pierres placées en 1899 sur la glace pour calculer la vitesse d'écoulement, a montré que cette vitesse est restée à peu près égale à celle calculée pour 1900.

Asulkan Glacier. Britisch Columbia. — Alors qu'on peut constater une diminution apparente de la largeur de ce glacier, la langue continue en revanche à avancer. Le tableau suivant montre les variations enregistrées depuis 1899 :

1899-1900	Crue	7m50
1900-1901	Crue	1m—
1901-1903	Décrue	11m—

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Assemblée générale du 2 mars 1904.

S. Aubert. Flore de la vallée de Joux. — J. Perriraz. Sphères directrices.

Le secrétaire présente une note de M. Samuel AUBERT, complément du travail sur la *Flore de la vallée de Joux.*

Des renseignements sont fournis sur les espèces suivantes :

Viola mirabilis L., trouvée au dessus des Bioux et signalée précédemment au Marchairuz par Ch. Meylan; espèce rare à la vallée de Joux.

Acer campestre L., existe sur le territoire de Vallorbe, très près de la vallée de Joux. Non encore signalée dans cette vallée proprement dite.

Lathyrus aphaca L. et *Frifolium hybridum* L., espèces introduites par l'ensemencement.

Rosa pimpinellifolia L. Aux stations Dôle, Dent de Vaulion et Mont d'Or, il faut ajouter le Noirmont. L'area est donc assez continu dans le haut Jura vaudois.

Alchemilla splendens Christ. Très abondante au Noirmont.

Cornus sanguinea L. Trouvé au Solliat à la lisière inférieure des bois. M. L. Piguet en a rencontré une localité importante à Combenoire. Espèce d'immigration récente causée par les oiseaux.

Salix retusa L. Bien plus fréquent dans le Jura qu'on ne

se le figure. Rencontrés en plusieurs localités au sein de la flore triviale des pâturages au-dessus de 1300 m.

Cypripedium calceolus L. L'auteur a trouvé cette espèce en 1903, à 1500 m., aux Begnines, dans un éboulis buissonnant.

Epipogon aphyllum W. A la localité du Carroz ajouter celle de Grœnroux. L'espèce devait être beaucoup plus répandue avant le déboisement.

Festuca pulchella Schrad. Fréquente au Noirmont sur un terrain ébouleux appartenant à l'argovien.

Taxus baccata L. L'individu signalé au Solliat a disparu en suite d'un déboisement.

M. J. Perriraz fait connaître à la Société, pour prendre date, les conclusions auxquelles l'amène son travail sur les *Sphères directrices*:

I. La Sphère directrice est bien un organe permanent dans la cellule.

II. Le centrosôme et la sphère attractive sont d'origine nucléolaire et purement nucléolaire.

III. L'aster prend naissance dans le cytoplasma aux dépens d'une formation particulière.

IV. A l'état de repos du noyau, la sphère directrice ne se trouve jamais dans le cytoplasma.

V. Les corpuscules que l'on a pris comme tels ne sont autre chose que des chromosômes et ne jouent aucun rôle dans la mitôse.

Séance du 16 mars.

T. Biéler. Ancien réseau hydrographique du lac d'Yverdon. — G. Rœssinger. Mode de vie des Graptolithes.

M. Théodore Biéler. *Ancien réseau hydrographique du lac d'Yverdon* (feuilles 283 à 301 de l'Atlas Siegfried, feuille XI de l'Atlas Dufour).

Dans la séance du 3 février, l'auteur a expliqué le coude curieux du ruisseau *la Brinaz*, près de Villars-sous-

Champvent, par une *capture* et une *déviation* produites par un cours d'eau inférieur voisin ayant érodé son lit à reculons, après l'abaissement préhistorique du lac de Neuchâtel.

Cette déviation paraît n'être qu'un cas particulier d'un phénomène qui s'est produit en grand dans tout le bassin du lac d'Yverdon.

Ainsi le cours supérieur de l'Arnon, comporte lui aussi, deux coudes presque rectangulaires. Le premier, d'aval en amont, est formé à Vuittebœuf par l'Arnon de Covatannaz, le second à Baulmes, par son affluent la Baumine. Ces coudes s'expliquent par une capture analogue à la précédente : le cours inférieur de l'Arnon, autrefois indépendant, quand le lac de Neuchâtel occupait un niveau plus élevé, aurait peu à peu approfondi son thalweg à reculons par suite de l'abaissement de l'embouchure ou, pour mieux dire, de son *niveau de base*, consécutif à la baisse générale du lac aux temps postglaciaires. Ce ruisseau aurait ainsi, régressivement, atteint et détourné les deux cours supérieurs actuels (Arnon de Covatannaz et Baumine).

Quelle devait être la direction de ces deux cours avant la capture ?

On voit sur la carte qu'ils sont situés exactement sur le prolongement des deux bras du ruisseau la Brinaz, séparés d'eux seulement par un seuil étroit et aisément franchissable en raison de la pente presque continue, et l'on a l'impression très nette qu'avant la capture ils constituaient les deux *têtes* de la Brinaz, aujourd'hui *décapitée*.

La reconstitution du réseau hydrographique antérieur à l'abaissement du lac de Neuchâtel[1] montre en effet que, suivant cette explication, apparamment très plausible, c'est la Brinaz qui aurait été autrefois le cours d'eau *principal* de la région, tandis que son extrémité actuelle, ainsi que l'Arnon inférieur, ne constituaient encore que de petits ruisseaux *conséquents*, c'est à dire plus ou moins parallèles et suivant la même pente générale.

[1] Présentée à la séance.

On peut se représenter l'ancien lac d'Yverdon comme couvrant tout l'emplacement actuel de la plaine de l'Orbe jusqu'au Mauremont dont il baignait le flanc Nord, laissant émerger comme un ilôt le Mont-de-Chamblon et recevant ses tributaires (Mentue, Buron, Mujon, Talent, Orbe, Nozon) bien en amont de leur embouchure actuelle, ou même dans une autre direction, comme ce dut être le cas pour le Nozon.

Ce ruisseau, qui se courbe aujourd'hui au N-E, entre Pompaples et Orny, pour aller se jeter dans l'Orbe, paraît s'être dirigé autrefois plus au Sud, dans un chenal aujourd'hui à peine arrosé, qui longe le flanc N. du Mauremont, pour déboucher dans l'ancien lac à *Entreroches*. Il avait encore pour affluent la *Venoge*, aujourd'hui tributaire du Léman, mais autrefois dépendance du bassin du Rhin, dont elle a franchi la ligne de faîte actuelle du Mauremont, en s'y creusant l'entaille encore visible au N. du château de la Sarraz.

On pourrait admettre que la déviation de la Venoge vers le niveau de base inférieur du Léman ne se produisit qu'après l'abaissement préhistorique du lac de Neuchâtel.

En résumé, cet abaissement paraît avoir produit, dans la région considérée, les modifications suivantes :

1° Prolongation du cours des ruisseaux;

2° Coudes de capture de l'Arnon, de la Baumine, de la Brinaz et du Nozon, et déviation au N-E., de l'extrémité de ces deux derniers ruisseaux.

3° Décapitation de la Brinaz au profit de l'Arnon.

M. Georges Rœssinger, chargé du cours de paléontologie à l'Université, entretient la Société des découvertes faites aux Etats-Unis sur *le mode de vie des Graptolithes*.

Des *Diplograptus* ont été trouvés groupés en colonie et fixés à des sortes de vessies natatoires. Il s'agit donc d'animaux pélagiques qui faisaient partie du plankton silurien.

Cette intéressante découverte explique la vaste dispersion des Graptolithes, qui a permis d'employer ceux-ci

pour classer les terrains. Cette dispersion était incompréhensible lorsqu'on envisageait les Graptolithes comme des animaux fixés ; elle est devenue naturelle maintenant qu'on les sait nageurs.

Séance du 6 avril.

S. Bieler. Mouche de l'asperge. Extrémité antérieure de la mâchoire d'un vieux cheval. — E. Chuard et F. Porchet. Statistique analytique des vins suisses de 1902. — H. Dufour. Substances phosphorescentes.

M. S. Bieler, directeur, présente une belle préparation d'un insecte parasite de l'asperge, le *Platy-parea poeciloptera*. Cette mouche, de petite taille (5 à 6^{mm}.), est bien connue au nord de l'Allemagne, mais depuis peu de temps elle paraît plus abondante en France, où elle fait, dans les jeunes asperges surtout, des dégâts qui ne sont pas sans importance.

La mouche pose ses œufs sous les écailles des jeunes pousses d'asperges, et le ver qui en sort s'introduit dans la tige de la plante où il se développe pendant l'année, pour devenir chrysalide à l'automne, et la sortie de l'insecte se fait au printemps. Ce sont naturellement les jeunes aspergières, dont on ne coupe pas les tiges, qui souffrent de la présence du ver ou des vers plus ou moins nombreux.

Une première conséquence de ce que l'on connaît sur la biologie de cet insecte, serait de ne pas faire venir des plantes d'asperges de pays où se trouve la mouche.

En outre, il est important de brûler, à la fin de l'hiver, toutes les parties de la plante d'asperge qui sont sur le terrain, afin de détruire ainsi les chrysalides qui sont dans les tiges.

M. Bieler présente encore *l'extrémité antérieure d'une mâchoire d'un vieux cheval*, présentant une inflexion très accentuée.

A l'état normal, la couronne des incisives du cheval sort de la gencive d'environ 12 à 13^{mm}. La racine est longue et courbée de manière que la poussée se fasse à peu près à angle droit de l'axe de l'os. Si le cheval broute, ou s'il

mange une nourriture un peu dure, la dent s'use et le déchaussement de la racine remplace la partie usée.

Mais si la nourriture n'est pas de nature à produire l'usure des incisives, celles-ci se déchaussent et s'allongent de deux à trois millimètres par an. En même temps le bout de la mâchoire n'est plus soutenu par la présence de ces racines d'incisives, et comme les couronnes allongées forment un bras de levier plus allongé la direction de la mâchoire change et se plie.

Ce phénomène qui n'est pas rare se produit à une époque de la vie où il semblerait que la dureté des os devrait résister, et il est intéressant de constater cette malléabilité de la substance des os, même pendant la vieillesse.

MM. E. Chuard et F. Porchet remettent à la Bibliothèque de la Société un exemplaire de la *Statistique analytique des vins suisses de 1902.*

Ce fascicule contient les résultats de l'analyse de 589 échantillons de vins prélevés, à l'époque du premier soutirage, dans tous les cantons vinicoles de la Suisse. Le canton de Vaud y est représenté par 118 échantillons provenant de toutes les régions de notre vignoble. Les résultats complets, pour les vins vaudois, ont été publiés dans la *Chronique agricole du canton de Vaud* (février 1904).

M. Henri Dufour rappelle l'importance qu'ont prise depuis quelque temps les *substances phosphorescentes* en particulier les sulfures de calcium et de zinc, employées pour étudier les propriétés des substances radioactives et les rayons N découverts par M. Blondlot. — Il est donc intéressant d'étudier quelles sont les causes qui modifient la luminosité de ces sulfures. — La température est on le sait un facteur particulièrement actif agissant très énergiquement sur le sulfure de calcium à phosphorescence bleue et sur le sulfure de zinc à phosphorescence jaune. Toute élévation de la température obtenue en approchant le doigt d'un écran phosphorescent faiblement lumineux augmente la luminosité. Pour étudier cet effet on a recou-

vert les réservoirs de deux thermomètres identiques de sulfure de calcium fixé avec du collodion ; ces deux thermomètres isolés avaient acquis la même luminosité et émettaient de la lumière dans une chambre noire ; en approchant un corps chaud, mais obscur, de l'un d'eux on a élevé sa température de 28°, celle du premier étant de 12°, la luminosité est devenue plus vive, mais s'est rapidement affaiblie pendant le refroidissement, de sorte qu'à 20° elle était de nouveau égale à celle du thermomètre à 12°, et à 16° elle lui était inférieure.

Le sulfure de zinc est également extrêmement sensible à l'effet de la température, ce qui peut être une cause d'erreur dans les mesures. Ainsi, en posant un écran au sulfure de zinc sur un bâton d'ébonite de telle sorte que le revers de carton de l'écran touche l'ébonite, on constate que, si le bâton a été frotté pour être électrisé, il y a accroissement d'éclat de l'écran sur la région de sulfure située au-dessus de l'ébonite ; cet effet est dû à l'échauffement de l'ébonite par le frottement et non à une action électrique, car il ne se produit pas sur un plateau de métal électrisé. Le même effet, accroissement d'éclat de l'écran, se produit avec le sulfure de calcium et par la même cause. Une électrisation constante des écrans ne produit pas de variation dans la luminosité. En revanche si on soumet les écrans de sulfures à l'action d'une effluve silencieuse et non lumineuse qui les traverse on observe les effets suivants : Le sulfure de calcium, devient plus lumineux aux points où il est en contact avec un corps médiocre conducteur produisant une effluve électrique sur la surface de l'écran ; le sulfure de zinc au contraire perd entièrement sa luminosité sous l'action d'un contact avec un corps électrisé médiocre conducteur qui émet une effluve ; la forme du corps, les variations de rugosité ou d'état de sa surface s'impriment en noir sur le fond clair de l'écran phosphorescent. Ce phénomène est physique et passager, car après avoir enlevé le corps électrisé, l'écran reprend peu à peu sa luminosité primitive et au bout de quelques minutes on ne voit plus de différence d'éclat entre la partie précédem-

ment électrisée et celles qui ne l'étaient pas : on peut répéter l'expérience un grand nombre de fois sans que l'écran phosphorescent perde quoique ce soit de ses propriétés.

La lampe Auer et celle de Nernst ont été les sources lumineuses les plus fréquemment employées par M. Blondlot pour obtenir les rayons N : les oxydes qui composent la matière éclairante du manchon Auer et du filament de Nernst ont la propriété d'émettre des radiations très complexes, en particulier des radiations ultra-violettes et infra-rouges ; il était intéressant de chercher si ces sources ont une activité notable pour décharger des corps électrisés. Les essais faits avec le manchon Auer et une lampe Nernst ont montré qu'il émettent des radiations actives et qui déchargent rapidement une lame de zinc amalgamé et électrisé ; le même effet se produit, et même avec une rapidité plus grande, en employant comme récepteur électrisé un manchon Auer ; cet effet peut être dû aux radiations thermiques infra-rouges abondantes émises par ces substances incandescentes et aux effets des radiations ultra-violettes ; le phénomène paraît être complexe.

Séance du 20 avril.

E. Chuard et H. Fæs. Développement et traitement du mildiou en 1903. — F. Porchet. Le sulfate de cuivre et le développement de l'œuf de grenouille.

M. le D[r] H. Faes, au nom de M. le prof. Chuard et au sien, présente une étude sur le *développement et le traitement du mildiou* dans le canton de Vaud en 1903 (Voir *Chronique agricole*, n° du 25 avril 1904).

Les circonstances atmosphériques de 1903 furent tout-à-fait favorables au développement du mildiou auquel conviennent, comme on le sait, des alternatives de chaleur et d'humidité. Or, en juillet 1903, à plusieurs reprises, en particulier vers le 10 et le 15, puis de nouveau en août, des baisses thermométriques considérables pendant la

nuit étaient suivies le lendemain d'une chaleur torride puis de violentes averses. En outre, d'après les observations faites ces dernières années, le mildiou se propage en été avec une grande intensité dans les périodes pluvieuses, à température basse, au-dessous de la moyenne, ce qui fut fréquemment le cas en 1903, où la température moyenne de juillet et août s'est trouvée inférieure à la normale, tandis que les chutes de pluie furent très abondantes.

Le mildiou, spécialement le mildiou de la grappe, attaqua gravement le vignoble vaudois dès le 5 juillet jusqu'au commencement d'août, les dates d'apparition dans les diverses régions variant quelque peu avec les circonstances atmosphériques, l'orientation des parchets, la nature des terres. Le mildiou de la feuille, signalé à la fin de mai et au commencement de juin, a précédé partout le mildiou de la grappe.

Les auteurs du travail passent en revue les diverses formes et apparences que peut revêtir le mildiou sur les feuilles et sur les grappes ; ils insistent tout particulièrement sur le rôle uniquement *préventif* des traitements aux sels de cuivre, qui sont impuissants à guérir les grains malades. Au moment où les spores du champignon, partant de certains points d'infection, se répandent en quantités innombrables dans le vignoble, il faut que le cep présente sur toutes ses parties du cuivre actif, utilisable, qui s'oppose à la germination du parasite. Or le cuivre, à partir de la floraison, fait souvent totalement défaut sur les grappes pendant un certain laps de temps, ce qui explique facilement le développement du mildiou sur les grains. La fleur, en effet, reçoit quelque peu de cuivre au premier sulfatage, alors que les corolles, les « chapeaux » ne sont pas encore enlevés. Puis la floraison s'opère, la corolle tombe, entraînant le peu de cuivre qui la recouvrait et les jeunes grains se trouvent sans défense contre le mildiou, du moins jusqu'à l'application d'un second sulfatage qu'il y a intérêt à effectuer dès que possible.

La bouillie bordelaise, la bouillie à la soude, les verdets, les poudres cupriques ont été employées en 1903 contre le

mildiou. Il faut remarquer que la préparation et l'application des traitements laissent encore souvent à désirer, ce qui explique un certain nombre d'insuccès. Le lait de chaux doit être très clair, la teneur en cuivre ne pas dépasser 2 ou 3 $^0/_0$, et surtout la quantité de liquide appliquée doit être suffisante. Trente à quarante litres par *fossorier* au premier sulfatage, cinquante à soixante aux sulfatages suivants ne sont pas des quantités trop fortes dans les années à mildiou.

Mais la préservation de la récolte a surtout dépendu de la date à laquelle ont été effectués les traitements. Suivant les districts viticoles envisagés, le mildiou des grappes se déclara avec une grande violence à partir du 5, du 10, du 15 juillet. Les vignerons qui sulfatèrent pour la seconde fois peu de temps avant l'invasion, sauvèrent la vendange, tandis que les retardataires n'obtinrent que peu ou pas de résultats. On a pu constater dans les mêmes vignes des différences saisissantes entre certains sulfatages exécutés à un demi-jour d'intervalle. Pour donner tous ses résultats le second sulfatage devait être encore suivi d'un troisième, quelque temps après, les circonstances atmosphériques étant restées assez longtemps favorables au développement du champignon.

En résumé, après les nombreuses et instructives expériences de ces dernières années MM. Chuard et Fæs estiment que dans les années favorables aux invasions du mildiou, il y a lieu de sulfater autant que possible tous les vingt jours pendant la période critique pour la vigne, soit de fin mai au commencement d'août, ce qui implique quatre sulfatages annuels. Les dates varient avec la végétation et les travaux de la vigne. Dans les années normales, le nombre des sulfatages peut se réduire à trois.

M. le Dr Porchet fait une communication sur l'*influence du sulfate de cuivre pour le développement de l'œuf de grenouille*. Il avait précédemment démontré (voir *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, décembre 1903) que l'excitation produite par le sulfate de cuivre sur les végétaux provient d'une

excitation du protoplasme en général et non pas, comme on l'admettait, d'une action spécifique sur la fonction chlorophylienne. Cette opinion ayant soulevé de nouvelles objections, M. Porchet a cherché à mettre en lumière l'action *toxico-excitatrice* du cuivre dans des cellules sans chlorophylle, c'est-à-dire des cellules animales.

Les expériences faites avec les œufs de grenouille ont été absolument concluantes. Les œufs placés dans de l'eau distillée dans des appareils en verre, c'est-à-dire sans trace de cuivre, se sont développés plus lentement que ceux placés dans des solutions très diluées de sulfate de cuivre.

Dans les conditions de ces expériences, la concentration optimum a été de 2 milligrammes de $CuSO^4$ crist. par litre, produisant une avance de 2-3 jours dans l'éclosion sur une durée de développement de 8-12 jours. En augmentant la concentration on peut accélérer encore le développement mais le pour cent d'éclosion diminue rapidement, indiquant l'apparition de l'action toxique des sels de cuivre. L'éclosion ne se produit plus dans une solution de 10 mgr. par litre.

Les résultats complets seront publiés lorsque ces recherches, poursuivies dans différentes directions, seront complétées.

Séance du 4 mai.

E. Gonin. Larves de diptère. — F.-A. Forel. Variation de la température avec l'altitude.

M. E. Gonin présente des *larves de diptère* dont il a constaté la présence sur des lauriers roses attaqués par des pucerons. Ces larves s'attaquent aux pucerons avec beaucoup de voracité et les sucent en peu de minutes, si bien qu'il ne reste que la carcasse chitineuse ; elles paraissent aussi friandes des pucerons du pêcher, du rosier, etc., de telle façon que les pépiniéristes trouveraient peut-être avantage à utiliser leurs services. Les œufs dont les larves sont issues se retrouvent sans peine sur les feuilles à pro-

ximité des colonies de pucerons. L'insecte parfait est une grosse mouche dont l'abdomen est noir avec des bandes transversales jaunes.

M. F.-A. Forel étudie la *variation de la température avec l'altitude* d'après les observations de Genève-St-Bernard et de Savatan-Dailly, forts de St-Maurice, Valais.

Après avoir reconnu l'importance des inversions thermiques qui, dans les mois d'hiver, altèrent la régularité de gradient thermique d'altitude, il s'attache spécialement aux mois de printemps et d'été. Il constate que la différence de température entre deux stations d'altitude diverse, dans la région alpine, va en augmentant de l'hiver à l'été, atteignant son maximum en juin, puis va en décroissant jusqu'à l'hiver suivant.

L'exagération de cette différence dans la première moitié de l'année s'explique facilement par la diminution progressive de l'importance et du nombre des cas d'inversions thermiques. Mais de juin en août, la réduction de cette différence ne peut être attribuée à une augmentation des inversions thermiques; celles-ci ne sont pas plus fréquentes en août, juillet, juin.

M. Forel y voit plutôt l'effet du froid hivernal emmagasiné dans le sol à la haute montagne, qui refroidit encore longtemps l'air en contact avec le sol glacé. Cela donne aux stations de montagne un climat relativement trop froid, à la fin du printemps et au commencement de l'été.

Il y aurait là un retard dans l'arrivée de l'été analogue à celui que nous connaissons, au bord des grands lacs, dont l'action réfrigérante au printemps est bien connue et facile à constater.

Les différences moyennes de la température Genève-St-Bernard sont, pour une période de trente-ans, 1874-1903 :

Juin	12,83°
Juillet	12,39°
Août	11,63°

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

J. DE KOWALSKI. SUR LA DÉCHARGE DISRUPTIVE A TRÈS HAUTE TENSION (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*).

La Compagnie de l'Industrie électrique de Genève a dernièrement construit trois machines à courant continu système Thury pouvant donner un courant d'une intensité de 1 ampère sous une tensiom maximum de 25,000 volts.

La direction de la Compagnie a eu l'amabilité de me permettre d'exécuter quelques expériences avec ces machines. Je l'en remercie sincèrement, ainsi que M. Thury, qui a bien voulu m'aider dans l'exécution de ces expériences.

En couplant les trois machines en série, on pouvait arriver aisément à une différence de potentiel de 70,000 volts aux bornes des machines. Je me suis proposé d'étudier avant tout, à ces hautes tensions, le caractère des décharges dans l'air. L'avantage des mesures à effectuer avec des machines à courant continu sur les mesures effectuées avec des machines statiques ou avec des bobines d'induction est incontestable : grâce à la grande puissance des machines, il est possible de mesurer toutes les grandeurs électriques entrant en jeu au moyen d'ampèremètres et de voltmètres électromagnétiques bien calibrés.

La disposition des expériences était réglée de la façon suivante : les bornes extérieures des trois machines reliées entre elles en série étaient réunies aux bornes d'un excitateur à travers une très grande résistance liquide qu'on pouvait varier à volonté. Chacune des bornes de l'excita-

teur était reliée, en outre, avec une des armatures d'un condensateur à grande capacité.

Les phénomènes qui se produisent dans ces conditions, bien que plus brillants, ont généralement les mêmes caractères que les phénomènes que MM. Simon et Reich ont déjà observés pour des tensions beaucoup plus basses (ne dépassant pas 5000 volts). Comme eux, j'ai trouvé que si j'emploie une très grande résistance dans le circuit et une grande capacité en parallèle avec l'excitateur, j'obtiens des décharges disruptives à étincelles. En diminuant la résistance, on peut produire un arc. Pour que l'arc puisse subsister, il y a une résistance limite que l'on ne peut dépasser. Cette résistance est d'autant plus grande pour une distance explosive et une différence de potentiel donnée, que la capacitée du condensateur en dérivation est plus petite.

Tous ces phénomènes s'expliquent facilement si l'on considère les lois de la charge apériodique du condensateur à travers la grande résistance et les lois de sa décharge oscillante à travers l'excitateur. Pour que les phénomènes de l'arc puissent se produire, il faut, d'après la théorie, que la cathode arrive à une température très élevée. Cette température dépend du nombre de décharges dans l'unité du temps et de l'énergie qu'elles emploient. La théorie exacte du phénomène est très simple et facile à établir. Les diverses expériences effectuées avec les machines que nous avions à notre disposition nous ont permis de vérifier toutes les conséquences de la théorie.

J'ai exécuté une série de mesures précises pour déterminer la distance explosive dans l'air entre un disque de 158^{mm} de diamètre et une sphère de 20^{mm} de diamètre, les deux en laiton.

La résistance a été prise suffisamment grande (environ 1 mégohm) pour que le phénomène de l'arc ne puisse pas se produire. Le condensateur en dérivation avait généralement une capacité de 0,04 microfarad. Le condensateur joue un rôle analogue à celui d'un volant, et l'on peut considérer la différence de potentiel aux bornes de l'excitateur

comme absolument constante. L'explosion se produisait en approchant très lentement la sphère du disque et en maintenant la différence de potentiel aux bornes constantes. La capacité du condensateur n'avait pas d'influence sur la distance explosive.

Les résultats des expériences sont représentés dans les tableaux suivants :

V =	16,67	33,83	50,00	67,65	83,35	100,00	116,7	133,32
d =	0,118	0,280	0,46	0,70	0,98	1,40	2,00	2,80
a =	141	120	109	96,6	85	71,4	58,4	46,6

V =	150,00	166,7	183,4	200	216,7
d =	3,75	4,70	5,72	6,9	8,01
a =	39,8	35,5	31,9	28,9	27,1

Dans ces tableaux, V indique, en unités absolues, la différence de potentiel aux bornes de l'excitateur ; d mesure, en centimètres, la distance explosive relative à V ; a est égal à $\frac{V}{d}$. Les différences des lectures de plusieurs mesures consécutives correspondantes n'ont jamais dépassé 0,5 pour 100.

Une seconde série d'expériences a été faite pour essayer de préciser le phénomène de l'arc électrique à courant continu entre électrodes métalliques. Deux boules en laiton de 20^{mm} de diamètre fixées sur l'excitateur des expériences précédentes servaient d'électrodes.

On peut résumer le résultat des recherches comme suit :

1° L'arc électrique à courant continu à haute tension et petite intensité a, d'une manière générale, le même caractère que l'arc à courant alternatif étudié par MM. Guye et Monach. Nous distinguons aussi une zone stable et une zone instable. La zone critique observée par ces Messieurs avec l'arc alternatif n'a pu être remarquée dans nos expériences.

2° Dans la zone stable, le rapport entre la longueur de l'arc, la chute du potentiel sur l'arc et l'intensité du courant semblent pouvoir être exprimés par une équation linéaire.

3° La longueur limite de l'arc stable dépend de l'intensité du courant et de la différence de potentiel aux bornes des machines, comme l'indiquent les quelques chiffres suivants :

V =	20500	30400	25600	40000	40000	30000
I =	0,023	0,024	0,031	0,032	0,08	0,04
δ =	1,45	3,48	1,82	5,15	7,60	4,70

V signifie différence de potentiel aux bornes des machines, en volts; I, intensité du courant en ampères; δ, longueur de l'arc stable.

4° Dans la zone instable, l'arc à courant continu a un aspect dissymétrique : à peu près fixe à la cathode, il va aboutir successivement et très rapidement à des points très différents de l'anode.

A. Righi. Il Radio (Con 13 incisioni e 3 tavole fotozincografiche). Bologna, Ditta Nicola Zanichelli, 1904. *Attualità Scientifiche*, n° 6.

M. le prof. A. Righi avait fait, à la séance du 25 mai dernier de la section de Bologne de la Société Electrotechnique italienne une conférence sur le *radium* dans laquelle, avec quelques dispositifs combinés par lui-même, il avait pu rendre visibles au public les propriétés les plus importantes de ce corps. Ces dispositifs sont reproduits dans les 16 figures qui illustrent le volume qu'il vient de faire paraître et rendent ainsi très claires les descriptions des expériences.

Avant de faire l'historique de la découverte du radium, M. Righi traite brièvement des décharges électriques dans les gaz raréfiés et des différents aspects que ces décharges prennent suivant le degré de la raréfaction. Il passe ensuite de l'étude des rayons cathodiques à celle des trois émissions typiques α, β et γ, qui constituent le rayonnement de Becquerel.

Ce volume répond parfaitement à son but de vulgarisation scientifique sérieuse, car les conférences du prof.

Righi sont à la hauteur de celles des plus célèbres physiciens, et ceux qui n'ont point eu l'occasion de l'entendre lui seront reconnaissants de cette publication.

Th. T.

L. Amaduzzi. Il Selenio (Con 19 figure intercalate nel testo). Bologna, Ditta Nicola Zanichelli, 1904. *Attualità Scientifiche*, n° 7.

Le *sélénium*, corps qui peut être placé entre le soufre et le tellure, possède, comme l'on sait, une propriété spéciale, qui consiste dans la modification presque instantanée que la lumière, surtout la lumière jaune, produit sur sa conductibilité électrique, modification qui disparaît après la cessation de l'éclairement. C'est par la fusion et par un certain régime de refroidissement que l'on obtient la variété greune, qui est la plus sensible et celle qui a été utilisée par Graham Bell dans son photophone.

Le sélénium semblait destiné à fournir le moyen pour résoudre deux problèmes du plus grand intérêt, la téléphonie sans fil et la transmission télégraphique des images, qu'on appelle aussi la vision à distance. Un grand nombre de savants ont étudié ce corps, et M. Amaduzzi en donne dans son volume, très bien rédigé, la liste complète dans ses notes bibliographiques.

Les résultats de tant de recherches n'ont pas répondu aux rêves de la première heure, mais sont d'ailleurs très intéressants. Dans le volume, l'auteur signale les points qui n'ont pas été suffisamment étudiés, et leur nombre montre qu'il y a encore là une mine, riche peut-être, en découvertes importantes. Th. T.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE JUIILLET 1904

Le 1er, forte bise depuis 11 h. du matin à 6 h. du soir.
2, quelques gouttes de pluie dans l'après-midi.
3, forte rosée le matin.
4, rosée le matin; fort vent à 1 h. du soir et éclairs au sud pendant la soirée.
5, forte bise de 1 h. à 3 h. du soir, avec une légère averse.
6, rosée le matin; bise dans l'après-midi.
7, rosée le matin; brise du lac pendant toute la journée.
8, forte rosée le matin; ciel clair et brise du lac pendant tout le jour.
9, forte rosée le matin; brise du lac dans la journée.
10, forte rosée le matin; le vent tourne au S. dans l'après-midi; tonnerres lointains au NW. à 4 h. du soir; éclairs au NE. dans la soirée.
11, forte rosée le matin; le vent du sud devient très fort pendant la soirée; depuis 9 h. du soir, éclairs au S. et au SW.
12, brise du lac dès le matin; le vent tourne à l'E. puis au S. dans l'après-midi; depuis 3 h. orage au SE.; à 4 h. tonnerres lointains au SW.; pluie depuis 6 h. du soir pendant toute la soirée.
14, forte rosée le matin; brise du lac dans la journée.
15, forte rosée le matin; brise du lac; à 1 h. du soir le vent tourne au S. et le thermomètre monte à 32 degrés.
16, éclairs à l'est pendant la soirée.
17, brise du lac jusqu'à 4 h. du soir, puis vent du S.; orage à l'est et au SE. derrière les Voirons et sur la vallée de l'Arve; éclairs à l'E. pendant la soirée.
18, 19 et 20, brise du lac dès le matin jusqu'à 8 h. du soir.
21, vent du SSW. assez fort dans l'après-midi; le thermomètre monte à 33.2 degrés et l'hygromètre accuse 35 %; couronne lunaire à 9 h. du soir; éclairs au S. à 10 h.
22, à 7 h. 30 m. du matin, orage à l'est, tonnerres lointains; quelques gouttes de pluie à 10 h.; à 1 h. 20 du soir, orage à l'W., tonnerres; à 2 h. 25, orage à l'est, tonnerres lointains; à 3 h. 40, orage au S., tonnerres lointains; éclairs au NE. dans la soirée.
23, brise du lac jusqu'à midi, vent du sud le reste de la journée; depuis 2 h., tonnerres au NW.; à 3 h. 30, éclairs et tonnerres de l'W. au N.; pluie à 4 h.; l'orage persiste sur le Jura jusqu'à 6 h. 30; éclairs au N. et à l'W. dans la soirée.
24, bise dans l'après-midi.
25, fort vent dans l'après-midi; tonnerres au SW. à 4 h. 40; pluie à 5 h.; l'orage dure jusqu'à 6 h.
26, fort vent pendant tout le jour.
27, le vent du sud domine pendant toute la journée; quelques gouttes de pluie à 1 h. du soir.
28, brise du lac pendant tout le jour,
29, bise assez forte depuis 9 h. du matin à 3 h. du soir.

GENÈVE — JUILLET 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	27.0	27.1	27.9	26.96	− 0.40	26.3	27.9	S. 0	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	6.4	9	7	8	8	5.6	....	....
2	28.2	29.0	30.4	28.90	+ 1.51	27.7	30.6	NE. 1	NE. 0	NW. 0	var.	3.5	10	10	10	9	0.1	....	....
3	30.3	29.4	28.4	29.57	+ 2.16	28.3	30.4	NE 1	N. 1	N. 0	N. 1	5.6	1	6	0	2	12.3	...	....
4	29.1	28.6	28.5	28.68	+ 1.24	28.1	29.1	S. 0	SSW. 2	NW. 0	var.	4.8	6	10	8	8	3.1	....	....
5	29.0	28.5	28.4	28.66	+ 1.20	28.0	29.1	S. 0	N. 2	ENE. 1	NNE. 1	6.0	8	7	3	6	6.0	0.4	1
6	30.0	29.3	29.4	29.38	+ 1.89	28.5	30.1	E. 0	N. 2	NE. 0	NNE. 1	7.5	1	1	0	0	12.5	....	....
7	31.2	31.1	31.1	30.88	+ 3.37	30.1	31.2	S. 0	N. 1	N. 1	N. 1	4.8	0	0	0	0	**13.0**	....	....
8	32.6	31.8	30.9	**31,50**	**+ 3.96**	30.3	**32.6**	S. 0	N. 1	N. 1	N. 1	4.2	0	0	0	0	12.6	....	....
9	31.4	30.3	29.4	30.35	+ 2.79	28.8	31.4	NE. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.9	0	1	6	2	11.6	....	....
10	29.0	27.6	27.0	27.88	+ 0.30	26.2	29.3	N. 1	NNE. 1	SW. 0	N. 1	4.6	0	1	1	3	8.5	....	....
11	27.5	26.1	26 5	26.51	− 1.09	24.6	27.6	S. 0	NNE. 1	SSW. 1	var.	6.7	0	2	10	4	10.8	....	...
12	27.3	26.8	30.2	27.57	− 0.06	26.5	30.2	NE. 1	N. 1	SSW. 1	var.	5.8	9	9	10	9	1.5	**10.9**	**5**
13	31.1	31.1	30.9	30.80	+ 3.15	30.1	31.3	SW. 1	N. 2	NE. 1	NNE. 1	7.9	4	4	0	2	11.6	....	....
14	31.3	30.2	30.2	30.59	+ 2.92	29.1	31.5	S. 0	N. 1	N 0	N. 1	5.4	0	4	4	3	11.8	....	....
15	31.1	30.3	30.7	30.49	+ 2.80	29.2	31.2	S. 0	W. 1	S. 0	var.	3.5	0	1	0	1	11.7	....	....
16	32.0	31.2	30.9	31.06	+ 3.35	29.7	32.1	S. 0	NNE. 1	SW. 0	NNE. 1	4.2	0	1	0	1	12.3	....	....
17	32.2	30.9	30.3	30.96	+ 3.23	29.0	32.3	S. 0	N. 1	S. 0	N. 1	4.4	0	1	9	2	11.2	....	....
18	30.4	28.8	28.6	29.37	+ 1.63	27.5	31.0	S. 1	N. 1	N. 1	N. 1	7.9	0	5	0	1	11.5	....	....
19	28.0	26.2	26.2	26.89	− 0.87	25.2	28.6	S. 0	N. 1	NE. 0	N. 1	7.1	0	0	0	0	12.3	....	..
20	27.1	26.1	25.8	26.24	− 1.54	25.1	27.1	N. 0	NNE. 1	N. 0	NNE. 1	4.6	0	0	0	0	12.4	....	....
21	27.0	26.5	27.7	26.70	− 1.09	26.2	28.3	N. 1	SSW. 2	NE. 0	SSW. 1	4.4	0	2	6	3	12.1	....	....
22	29.1	28.3	30.0	28 72	+ 0.91	27.6	30.1	S. 0	N. 2	SE. 0	var.	6.7	2	6	10	6	8.5	....	....
23	29.7	27.3	28.8	28.70	+ 0.88	27.2	29.9	W. 1	S. 1	SSE. 1	var.	4.8	4	6	9	7	6.7	1.9	1
24	27.6	25.7	24.0	25.99	− 1.85	23.2	28.9	S. 0	N. 1	WSW. 1	var.	5.8	7	3	6	3	11.0	....	....
25	22.9	20.7	24.5	**22.84**	**− 5,01**	**19.5**	24.1	SW. 0	N. 1	WSW. 2	SSW. 1	7.5	0	6	10	7	8.4	8.8	2
26	25.2	25.3	26.3	25.34	− 2.52	24.9	26.7	SW. 1	SSW. 2	S. 1	SSW. 2	**13.5**	3	3	9	6	9.3	....	....
27	26.9	27.2	28.7	27.26	− 0.61	26.5	29.0	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 2	11.5	5	7	6	7	7.2	....	....
28	29.7	29.1	29.7	29.28	+ 1.39	28.6	30.0	NW. 0	N. 1	N. 1	N. 1	7.3	0	2	0	1	12.2	....	....
29	30.4	29.4	29.2	29.67	+ 1 77	28.7	30.4	S. 0	NNE. 2	NE. 0	NNE. 1	7.7	0	0	0	0	12.5	....	....
30	30.2	29.0	29.2	29.37	+ 1.46	27.8	30.3	S. 0	N. 1	S. 0	var.	4.8	0	0	0	0	12.3	....	....
31	31.4	30.3	31.0	30.40	+ 2.48	29.2	31.5	S. 0	N. 1	SSW. 1	var.	5.8	6	2	3	2	11.8	....	....
Mois	29.22	28.37	28.74	28.63	+ 1.00							6.09	2.4	3.5	4.1	3.3	304.7	22.0	9

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+17.2	+22.9	+19.7	+19.45	+ 1.23	+16.0	+24.5	94	54	67	**76**	+ 7	54	96	17.7	+ 0.8	1723
2	18.2	19.1	16.0	18.05	− 0.23	13.0	21.5	76	74	89	**76**	+ 7	70	85	18.1	+ 1.1	1722
3	15.7	22.6	18.1	**17.70**	**− 0.64**	**11.3**	25.1	77	53	77	73	+ 4	53	90	....	.....	1715
4	16.9	26.5	20.5	20.57	+ 2.17	13.4	28.4	83	47	80	68	− 1	41	90	19.8	+ 2.6	1700
5	17.7	21.8	18.5	18.95	+ 0.50	15.0	24.0	81	65	71	74	+ 5	56	95	19.7	+ 2 5	1690
6	17.5	23.5	19.1	19.08	+ 0.58	12.4	25.7	77	44	71	67	− 2	34	94	19.8	+ 2.5	1680
7	17.3	23.9	21.0	19.96	+ 1.42	12.3	26.4	74	51	65	63	− 5	36	91	20.0	+ 2.6	1665
8	18.4	26.3	22.5	21.36	+ 2.77	11.0	29.9	70	53	69	67	− 1	50	90	19.9	+ 2.4	1645
9	20.4	27.8	24.1	23.34	+ 4.71	16.1	30.5	71	45	74	63	− 5	40	88	20.3	+ 2.7	1640
10	21.6	27.6	23.7	23 15	+ 4.48	17.2	30.2	68	49	65	66	− 2	49	85	....	.....	1640
11	20.9	26.7	22.8	22.58	+ 3.88	16.4	29.0	72	47	66	63	− 5	47	87	22.0	+ 4.3	1648
12	21.0	26.0	17.0	21.35	+ 2.62	16.8	30.0	69	55	96	71	+ 3	53	95	21.2	+ 3.4	1630
13	18.9	23.9	20.3	20.45	+ 1.69	15.4	21.9	85	51	80	**76**	**+ 8**	54	**98**	21.0	+ 3.2	1653
14	19.3	25.4	22.0	21.21	+ 2.42	15.0	29.2	85	47	82	71	+ 3	47	94	22 3	+ 4.4	1647
15	20.4	29.8	22.0	23.14	+ 4.33	15.9	32.0	83	48	69	68	0	32	95	22.9	+ 4.9	1645
16	21.9	28.7	24.2	23.79	+ 4.96	16.1	31.9	65	42	69	61	− 7	26	92	22.5	+ 4.5	1632
17	20.0	28.2	24.2	23.88	+ 5.03	16.9	32.2	67	40	58	61	− 7	37	89	....	.....	1635
18	21.8	29.1	24.3	24.07	+ 5.20	17.6	31.9	74	48	54	63	− 5	39	87	21.6	+ 3.5	1632
19	21.0	28.2	23.7	23.58	+ 4.70	16.9	31.6	72	36	48	53	−15	29	80	22.9	+ 4.7	1612
20	20.2	27.9	24.0	22.77	+ 3.88	13.0	30.4	56	35	51	**49**	**−19**	28	75	....	.....	1635
21	21.2	30.8	24.2	**24.47**	**+ 5.58**	16.0	**33.2**	65	40	57	56	−12	35	83	23.8	+ 5.5	1618
22	22.3	28.2	23.0	22.79	+ 3.89	16.9	30.0	66	42	65	63	− 5	42	86	24.1	+ 5.7	1618
23	19.7	30.2	20.1	21.16	+ 2.26	15.7	32.8	73	43	90	73	+ 5	43	88	24.4	+ 6 0	1617
24	18.6	27.6	22.4	22.61	+ 3.72	17.3	29.3	81	35	50	64	− 4	35	90	....	.....	1622
25	19.4	27.1	17.4	21.33	+ 2.44	15.1	29.0	73	48	80	68	0	35	90	23.6	+ 5.1	1612
26	18.0	21.0	18.9	19.99	+ 1.11	14.3	25.7	78	39	65	56	−12	35	78	22.4	+ 3.9	1580
27	19.3	21.3	18.5	20.31	+ 1.47	14.9	26.0	63	39	60	55	−13	39	68	21.8	+ 3.2	1582
28	16.5	23.9	17.8	19.36	+ 0.51	13.0	26.8	76	32	58	51	−14	31	76	21.6	+ 3.0	1553
29	16.0	22.3	18.7	18.32	− 0.52	**11.3**	25.3	68	43	55	59	− 9	39	78	21.2	+ 2.6	1538
30	17.3	24.1	21.2	20.58	+ 1.76	12.0	31.1	73	47	70	59	− 9	**24**	84	21.6	+ 2.9	1510
31	18.7	27.7	23.5	22.88	+ 4.09	14.0	32.7	70	36	47	57	−11	28	88	....	.....	1495
Mois	+19.14	+26.00	+21.09	+21.36	+ 2.55	+14.88	+28.75	74	46	68	64	− 4			21.45	+ 3.36	1631

MOYENNES DE GENÈVE. — JUILLET 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0^{mm}.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700^{mm} +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	29.32	29.42	29.78	29.70	29.27	28.65	28.66	29.40	29.27
2e »	29.48	29.53	29.79	29.55	28.78	27.86	28.08	29.30	29.05
3e »	27.95	27.99	28.20	28.01	27.17	26.61	27.04	28.31	27.66
Mois	28.87	28.95	29.22	29.05	28.37	27.67	27.90	28.98	28.63

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+16.07	+14.68	+18.09	+21.75	+24.20	+24.46	+22.91	+19.13	+20.16
2e »	18.18	16.51	20.54	23.76	27.39	28.47	25.22	21.38	22.68
3e »	17.28	15.12	18.82	23.55	26.38	26.38	23.04	19.50	21.26
Mois	+17.18	+15.43	+19.14	+23.04	+26.00	+26.44	+23.70	+19.99	+21.36

Fraction de saturation en %.

1re décade	85	90	77	63	53	51	58	78	69
2e »	78	87	73	59	45	40	55	70	64
3e »	73	82	72	50	40	43	55	68	60
Mois	78	86	74	57	46	45	56	72	64

Dans ce mois l'air a été calme 204 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{104}{56} = 1.86$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 11°.5 W.

Son intensité est égale à 30.2 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

Pression atmosphérique		mm 728.78
Nébulosité		3.3
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+22°.08
	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$	+21°.83
Fraction de saturation		63 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

Press. atmosphér.	(1836-1875).	mm 727.65
Nébulosité	(1847-1875).	4.4
Hauteur de pluie	(1826-1875).	70^{mm}.8
Nombre de jours de pluie.	(id.).	9
Température moyenne	(id.).	+18°.81
Fraction de saturat.	(1849-1875).	68 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	13.7	15.8	21.0	25.7	24.5	38.0	33.5

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	25.3	22.0	20.7	.....	15.3	12.1

Durée totale de l'insolation à Jussy : 320h.5.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE JUILLET 1904

Le 1er, depuis 9 h. du soir, averse; vent du nord assez fort.
2, ciel couvert pendant la plus grande partie du jour.
3 et 4, ciel clair; vent du sud le matin, du nord le soir.
7, 8 et 9, ciel clair pendant tout le jour, avec prédominance du vent du nord.
10, pluie vers midi; ciel clair le matin et le soir.
11 et 12, pluie dans la journée.
15, légère pluie dans la nuit,
16, pluie dans l'après-midi.
19, ciel clair pendant tout le jour; à 4 h. du soir, la fraction de saturation descend à 15 %.
20, ciel entièrement clair.
22, pluie dans la soirée.
26, **dégel complet du lac** près de l'hospice.
29, forte bise pendant tout le jour.

GRAND SAINT-BERNARD — JUILLET 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	67.4	68.1	69.4	68.3	+ 0.4	67.1	70.0	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	2.3	....
2	69.0	69.2	70.0	69.4	+ 1.5	68.7	70.4	SW. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	7	10	9	....	....
3	70.0	70.8	71.2	70.7	+ 2.7	69.9	71.5	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
4	70.8	71.0	70.6	70.8	+ 2.8	70.5	71.1	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	2	5	1	3	....	....
5	70.0	70.1	69.9	70.0	+ 1.9	69.7	70.4	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	6	5	2	4	....	....
6	69.7	70.1	71.2	70.3	+ 2.2	69.4	71.4	SW. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	10	4	0	5	....	....
7	72.1	73.3	74.1	73.2	+ 5.0	72.0	74.6	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
8	74.5	74.8	74.6	74.6	+ **6.4**	74.3	75.2	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
9	74.5	74.5	74.0	74.3	+ 6.0	74.0	74.7	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	1	5	2	....	....
10	72.5	72.0	71.4	72.0	+ 5.7	71.0	72.8	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	10	2	4	8.5	....
11	70.3	70.6	70.6	70.5	+ 2.2	70.1	71.0	SW. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	4	6	3	2.2	....
12	70.2	70.0	71.1	70.4	+ 2.0	70.0	71.5	SW. 1	NE. 3	NE. 1	NE. 2	1	10	7	6	**29.3**	....
13	71.1	72.6	73.0	72.2	+ 3.8	71.0	73.4	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	7	4	7	....	....
14	72.7	73.0	73.3	73.0	+ 4.5	72.4	73.5	SW. 2	SW. 2	NE. 1	SW. 1	1	4	5	3	....	....
15	73.5	73.6	74.3	73.8	+ 5.3	73.1	74.7	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	0	4	2	2	0.5	....
16	74.4	74.5	75.3	74.7	+ 6.1	74.3	75.4	NE 1	NE. 1	NE. 3	NE. 2	0	3	8	4	1.0	....
17	75.4	74.7	74.8	**75.0**	+ **6.4**	74.5	**75.7**	NE. 1	SW. 1	NE. 2	NE. 1	0	4	7	4	....	....
18	73.7	73.4	73.1	73.4	+ 4.8	73.0	74.0	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	5	2	2	....	....
19	71.0	70.6	70.3	70.6	+ 2.0	70.0	72.7	NE. 2	NE. 2	NE. 3	NE. 2	0	0	0	0	....	....
20	69.7	70.6	71.5	70.6	+ 1.9	69.5	72.0	NE. 3	NE. 2	NE. 1	NE. 2	0	0	0	0	....	....
21	71.5	71.3	72.2	71.7	+ 3.0	71.0	73.0	SW. 2	SW. 3	NE. 1	SW. 2	0	4	7	4	....	....
22	72.2	72.4	73.6	72.7	+ 4.0	72.1	74.1	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	4	8	10	7	12.2	....
23	72.3	72.0	71.9	72.1	+ 3.4	71.8	73.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	4	6	3	....	....
24	70.4	70.2	69.6	70.1	+ 1.3	69.5	70.8	SW. 2	SW. 2	NE. 1	SW. 1	10	9	1	7	....	....
25	68.3	67.4	67.5	67.7	− 1.1	67.0	69.4	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	2	10	10	7	....	....
26	66.4	66.0	68.0	**66.8**	− **2.0**	**66.0**	68.8	SW. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	4	5	7	5	....	....
27	68.0	68.9	69.0	68.6	− 0.2	67.8	69.5	SW. 2	NE. 1	NE. 1	var.	4	4	3	4	....	....
28	68.8	69.5	70.0	69.4	+ 0.6	68.7	70.4	NE 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	0	10	3	....	....
29	69.4	70.4	71.2	70.3	+ 1.5	69.0	71.5	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	0	0	3	....	....
30	71.4	71.6	72.7	71.9	+ 3.0	71.0	73.1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	SW. 1	0	2	0	1	....	....
31	73.6	73.7	74.7	74.0	+ 5.1	73.2	74.7	NE. 1	NE. 2	SW. 1	NE. 1	2	3	2	2	....	....
Mois	71.12	71.32	71.75	71.40	+ 2.92							2.8	4.3	4.1	3.7	56.0	

GRAND SAINT-BERNARD — JUILLET 1904

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 4.6	+ 8.1	+ 5.9	+ 6.2	+ 0.8	+ 4.5	+ 8.6	84	76	85	82	62	91
2	6.3	9.8	5.4	7.2	+ 1.7	5.2	10.3	81	72	84	79	60	92
3	6 1	12.1	7.9	8.7	+ 2.2	3.6	12.4	34	35	51	40	29	67
4	7.5	11.2	6 1	8.3	+ 2.7	6.0	11.4	51	35	76	54	28	80
5	7.2	9.5	4.7	7.1	+ 1.5	4.5	10.3	54	58	76	63	49	92
6	4.1	9.4	6.0	6.5	+ 0.8	3.9	9.9	84	66	82	77	53	88
7	6.3	14.0	9.8	10.0	+ 4.3	5.0	14.5	64	35	71	57	31	77
8	10.0	14 8	10 6	11.8	+ 6.0	7.0	15.6	63	63	76	67	40	89
9	10.5	16.2	11.6	**12.8**	+ **6.8**	9.3	16.7	74	49	84	69	42	86
10	9.9	13.2	8.1	10.4	+ 4.5	8.0	13.6	76	53	56	62	30	84
11	8.4	14.8	10.2	11.1	+ 5.2	7.6	16.2	53	38	59	50	30	87
12	8.6	12 7	7.4	9.6	+ 3.6	7.2	13.4	69	62	81	71	54	**95**
13	6.1	9.1	6.9	7.4	+ 1.4	6.0	10.2	88	80	81	**83**	68	92
14	6.2	11.3	8.4	8.6	+ 2 5	5.9	12.1	83	66	81	77	56	88
15	7.9	12.7	10.2	10.3	+ 4.2	6.7	14.5	69	47	60	59	42	84
16	8.9	15.0	9.0	11.0	+ 4.9	7.5	16.1	82	41	72	65	37	86
17	9.8	13.8	10.8	11.5	+ 5.3	8.1	16.0	54	42	79	58	35	84
18	9.6	15.6	10.2	11.8	+ 5.6	8.8	16.2	80	46	65	64	46	87
19	9.3	14.4	8.8	10.8	+ 4.6	8.6	14.8	46	22	53	40	**15**	62
20	9.2	14.8	11.1	11.7	+ 5.4	8.4	16.2	32	32	46	**37**	28	57
21	10.5	15.5	11.4	12.5	+ 6.2	9.4	**17.2**	49	33	63	48	28	82
22	10.6	10.5	7.8	9.6	+ 3.3	7.5	13.6	55	65	65	62	37	84
23	8.8	13.0	6.8	9.5	+ 3.2	6.6	13.2	61	46	65	57	46	92
24	7.0	10.9	8.8	8.9	+ 2.6	7.0	13.8	66	53	65	61	49	81
25	8.0	8.6	7.9	8.2	+ 1.8	7.4	11.1	66	78	70	71	62	92
26	5.9	9.2	6.3	7.1	+ 0.7	4.9	10.0	59	44	62	55	43	91
27	5.8	7.0	4.6	**5,8**	− **0.6**	4.5	9.7	56	75	82	71	49	90
28	3.6	9.9	4.6	6.0	− 0.4	3.0	10.7	75	47	78	67	44	94
29	2.8	10.3	6.6	6.6	+ 0.2	**2.8**	11.5	80	34	76	63	29	94
30	6.1	13.5	9.4	9.7	+ 3.3	5.9	14.8	74	52	71	66	27	87
31	+ 8.5	+15.1	+10.6	+11.4	+ 5.0	+ 7.0	+16.9	71	42	43	52	29	90
Mois	+ 7.55	+12.10	+ 8.19	+ 9.29	+ 3.13	+ 6.38	+13.27	66	51	70	62		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUILLET 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : – 0mm.22. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + / **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	71.05	71.39	71.64	71.36	66	54	74	65
2e »	72.20	72.36	72.73	72.43	66	48	68	60
3e »	70.21	70.31	70.95	70.49	65	52	67	61
Mois	71.12	71.32	71.75	71.40	66	51	70	62

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 7.25	+ 11.83	+ 7.61	+ 8.90	+ 8.58
2e »	8.40	13.42	9.30	10.37	10.10
3e »	7.06	11 23	7.71	8.66	8.43
Mois	+ 7.55	+ 12.10	+ 8.19	+ 9.29	+ 9.01

Dans ce mois l'air a été calme 22 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{97}{39} = 2.48$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. Son intensité est égale à 62.4 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	31.8	31.6	61.5	56.0
Neige en centimètres....	0cm	0cm	0cm	0cm



6

9

11

6

5

8

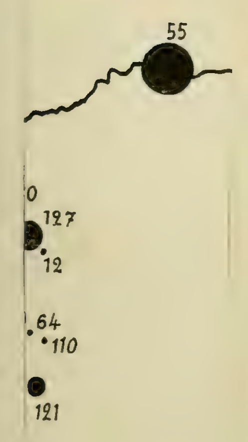
de séunes

90

111

10


Isobathe de 2500m
Carte Sismique
des
Pays Barbaresques
1/3700000
Echelle des nombres de séismes
1 2 4 6 8 11 14 18 24 33 55 70 90
3 5 7 10 13 17 23 32 54 69 89 111



55
0
127
12
64
110
121

34
21
1
116

Carte Sismique de l'Algérie

1/2000000

LE TEMPS, L'EFFORT ET L'ESPACE

PAR

René DE SAUSSURE

On admet généralement aujourd'hui que les équations de la mécanique et même celles de la physique ne contiennent en dernière analyse que *trois* grandeurs indépendantes : le *temps*, la *masse* et l'*étendue*. C'est à ce choix d'unités que correspond le système C. G. S., mais ce choix n'est pas obligatoire ; on pourrait considérer d'autres grandeurs comme fondamentales pourvu que ces nouvelles grandeurs soient au nombre de trois et qu'elles soient indépendantes les unes des autres. C'est ainsi que l'on prend souvent le *temps*, la *force* et l'*étendue* comme variables indépendantes. Il suffit d'ailleurs pour passer d'un système à un autre d'exprimer les anciennes variables en fonction des nouvelles.

Une des grosses questions de la mécanique est la suivante : *la loi de Newton est-elle une loi empirique ?* ou peut-elle être déduite des principes de la mécanique ? Nous savons que l'attraction f qui s'exerce entre deux corps de masses M et M', situés à la distance R l'un de l'autre, est exprimée par la formule

$$f = k\,\frac{MM'}{R^2}$$

Mais qu'est-ce que ce coefficient k ? Sa valeur numérique dépend des unités choisies, mais quelle est sa nature ? C'est ce que je me propose d'étudier en reprenant l'hypothèse que j'ai émise dans un précédent article[1] et en tâchant de la préciser.

Cette hypothèse consiste en ceci : remarquant que parmi les trois grandeurs fondamentales de la mécanique, deux d'entre elles, le *temps* et l'*espace* ont un certain nombre de propriétés communes, savoir la continuité, l'infinité, l'homogénéité, l'indestructibilité, la rigidité (ou indéformabilité), un nombre déterminé de dimensions, enfin la localisation dans la grandeur (une époque étant un point dans une durée, analogue à un point dans un volume), on peut dire que le temps et l'espace possèdent toutes les propriétés que l'on peut appeler *propriétés géométriques ;* considérant d'autre part que le temps ne possède qu'une dimension, tandis que l'espace en possède trois et que jusqu'à preuve du contraire on peut soutenir que la différence de nature entre le temps et l'espace est due uniquement à la différence du nombre de leurs dimensions, comme les couleurs ne diffèrent que par le nombre de leurs vibrations ; considérant enfin que le temps et l'espace sont les seuls concepts géométriques, à une et à trois dimensions, qui peuvent être conçus en eux-mêmes (attendu que la ligne droite par exemple, qui a aussi une dimension, présuppose la notion d'espace, et qu'une longueur n'est que la racine cubique d'un volume), nous pouvons considérer le temps comme le vrai *champ géométrique*

[1] Voir Hypothèse sur la constitution géométrique de l'éther, *Arch. des sciences phys. et nat.*, octobre 1903.

à une dimension, ou *champ primaire*, et l'espace comme le vrai champ géométrique à trois dimensions, ou *champ ternaire*.

Puis, complétant l'hypothèse, nous pouvons admettre qu'il existe un champ géométrique à *deux* dimensions, ou *champ binaire*, que nous ne pouvons concevoir directement, mais qui est doué de toutes les propriétés géométriques et soumis aux lois de la géométrie à deux dimensions ; ce champ n'est pas une surface puisque la notion de surface présuppose la notion d'espace et que le champ binaire doit pouvoir être conçu en dehors de l'espace et du temps ; enfin la nature d'un champ géométrique étant le résultat du nombre de ses dimensions, la nature du champ binaire sera totalement différente soit de la nature du temps, soit de la nature de l'espace.

Dès lors nous pouvons supposer que le champ binaire correspond à la troisième grandeur fondamentale de la mécanique, c'est-à-dire que cette troisième grandeur peut être indéfiniment puisée dans le champ binaire, de même que l'on peut puiser indéfiniment des volumes dans l'espace ou des durées dans le temps. Il ne reste plus qu'à faire le choix de cette troisième grandeur.

Puisque le temps a pour unité la *seconde*, c'est-à-dire une *durée*, que l'espace a pour unité le *mètre cube*, c'est-à-dire un *volume*, le champ binaire aura pour unité le *gramme*, ou une grandeur dérivant du gramme.

Avant de définir cette grandeur, remarquons que tout champ géométrique à plusieurs dimensions contient deux sortes de grandeurs : des grandeurs qu'on peut appeler *scalaires* et des grandeurs qu'on peut appeler

vectorielles; dans l'espace, ces grandeurs sont les suivantes :

Grandeurs scalaires	longueur	= (L)	= 1 dimension
	aire	= (S)	= 2 dimensions
	volume	= (V)	= 3 dimensions
Grandeurs vectorielles	angle dièdre	= θ	= 1 dimension
	angle solide	= Θ	= 2 dimensions

On voit qu'un champ à n dimensions contient n grandeurs scalaires et $n-1$ grandeurs vectorielles.

Division de la mécanique : L'hypothèse des trois champs géométriques nous conduit à diviser la science de la mécanique en trois branches : 1° la *cinématique* ou étude des combinaisons des grandeurs L et T (espace et temps) c'est-à-dire des phénomènes de *mouvement pur*; 2° la *statique* ou étude des combinaisons des grandeurs L et Φ (espace et champ binaire); ces combinaisons donnent lieu à des phénomènes indépendants du temps[1], que nous désignerons sous le nom de phénomènes de *contrainte pure*; 3° la *dynamique* ou étude des combinaisons des trois grandeurs L, Φ, et T.

Principe d'homogénéité géométrique : Le temps n'ayant qu'une dimension ne pourra être comparé dans

[1] On peut définir la statique comme l'étude des phénomènes mécaniques indépendants du temps. En effet, nous concevons le temps comme une durée, mais la vraie nature du temps, c'est le *changement*, car on ne peut mesurer une grandeur quelconque qu'avec une grandeur de même nature et on ne peut mesurer le temps qu'avec un objet qui subit un changement régulier quelle que soit du reste la nature de ce changement. C'est pourquoi le mouvement pur qui est une combinaison du temps avec l'espace, n'est pas une combinaison d'une durée avec l'espace mais d'un changement avec l'espace : c'est un *changement de position.* Dans un phénomène statique, au contraire, rien ne change.

l'espace qu'à des grandeurs géométriques à une dimension (longueur L ou angle dièdre θ); c'est pourquoi les deux grandeurs fondamentales de la cinématique sont définies au moyen de nos intuitions directes d'espace et de temps, de la manière suivante :

Vitesse linéaire (en un point) :

$$= v = \frac{dL}{dT}$$

Vitesse angulaire (autour d'un axe) :

$$= \omega = \frac{d\theta}{dT} = \frac{2\pi}{T}$$

en désignant par T la durée d'une révolution[1]. On remarquera que le phénomène du mouvement pur est localisé dans l'espace; ainsi la vitesse v est un vecteur localisé par le centre et la direction de l'élément spatial dL ; la vitesse angulaire ω est en général un vecteur localisé par l'axe de la rotation et un certain plan méridien, mais si la rotation est uniforme, la vitesse ω est une simple quantité scalaire localisée par l'axe de la rotation. Quant à la grandeur T, elle n'est jamais localisée dans l'espace, parce que le temps est indépendant de l'espace.

De même, en statique, si l'on désigne par Φ une

[1] On peut bien dans certains cas mesurer le mouvement en combinant une durée avec une surface, comme on le fait pour la *vitesse aréolaire*, mais il n'y a là qu'une apparence, car cette surface est alors considérée comme balayée par un rayon vecteur, et c'est la dimension de ce rayon, laquelle n'a rien à faire avec le mouvement, qui fait croire qu'on a allié une surface à un temps. En réalité, il n'y a que la seconde dimension de la surface qui a été alliée au temps.

grandeur puisée dans le champ binaire, cette grandeur Φ ayant deux dimensions, ne pourra être comparée dans l'espace qu'à des grandeurs géométriques à deux dimensions (surface S ou angle solide Θ) ; c'est pourquoi les deux grandeurs fondamentales de la statique (force et masse) seront définies directement par les grandeurs Φ et L de la manière suivante :

Force (en un point) :

$$= F = \frac{d\Phi}{dS}$$

Masse (autour d'un point) :

$$= M = \frac{d\Phi}{d\Theta} = \frac{\Phi}{4\pi}$$

en désignant par Φ la grandeur du champ binaire qui est comparée à l'angle solide total 4π. Ces deux définitions montrent immédiatement que la grandeur Φ est identique à ce que les physiciens désignent sous le nom de *flux de force*. Or l'expression flux de force est tout à fait malheureuse, car le mot flux semble impliquer un mouvement alors qu'il n'y en a pas et il semble en outre que le flux de force dérive de la notion de force alors que c'est le contraire qui est vrai : en effet l'expression « flux de force » est une expression qui sert uniquement à déguiser le fait que la grandeur Φ n'est pas localisée dans l'espace, car ce qui est localisé, ce n'est pas le flux de force, c'est le flux de force *à travers une surface* ou, si l'on veut, c'est la *contrainte* de la surface. Le flux de force Φ n'est pas autre chose que *l'effort statique* qui produit ce phénomène de contrainte et je ne vois pas de différence entre cet effort statique et *l'effort musculaire* qui est une intuition de notre

esprit aussi directe que celle du temps ou de l'espace. Ainsi le champ binaire est le *champ de l'effort* considéré comme une notion objective, c'est-à-dire comme le « flux de force » des physiciens, et l'on voit que les trois champs fondamentaux correspondent à nos trois intuitions directes et qu'ils sont absolument indépendants, puisque la grandeur Φ n'est pas plus localisée dans l'espace que la grandeur T. Enfin nous n'avons connaissance de la force et de la masse que par l'effort musculaire.

En résumé, ce qui est localisé dans l'espace c'est le phénomène de la contrainte ; ainsi la force F est un vecteur localisé par le centre et par l'orientation de l'élément spatial dS (car la force F est toujours normale à la surface contrainte) ; la masse M est en général un vecteur localisé par le sommet et par l'axe de l'angle solide $d\Theta$, mais si l'on parle de l'effort Φ qui produit la contrainte dans l'angle solide total 4π, la masse M est alors une simple quantité scalaire localisée par le centre de l'angle 4π. Ce centre est par définition un *point matériel* de masse M. Un point matériel est un centre de contrainte.

Un *corps matériel* est un système de points matériels. Une masse M étant localisée par le sommet d'un angle solide, ne peut remplir un volume, c'est pourquoi la matière ne peut pas être continue.

Loi de Newton : Si l'on continue à étudier parallèlement les phénomènes cinématiques et les phénomènes statiques, on voit qu'à la formule cinématique :

$$v = \frac{dL}{dT} = \frac{R d\theta}{dT} = \omega R$$

correspond la loi de Newton :

$$F = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{d\Phi}{R^2 d\Theta} = \frac{M}{R^2}$$

relation homogène et qui n'implique pas d'action à distance[1] puisque l'effort Φ n'est pas plus localisé dans l'espace que le temps T. Donc, pour écrire la loi de Newton sous forme homogène, il faut écrire :

$$F = (M)^{-1} \frac{MM'}{R^2}$$

et l'on voit que *la force en un point est identique à la force appliquée à l'unité de masse* supposée située en ce point. La force appliquée en un point matériel de masse dM a donc pour expression :

$$(M)^{-1} F dM$$

Théorème de Gauss : Les phénomènes de contrainte étant aussi relatifs que ceux du mouvement, le principe de l'égalité entre l'action et la réaction (ou mieux entre l'effort et la résistance) n'est qu'un cas particulier du principe de la relativité des phénomènes.

Ainsi lorsqu'une droite D est un axe de rotation, tout se passe comme si cette droite était immobile et comme si tout le reste de l'espace tournait en sens contraire avec la même vitesse angulaire ω. Si l'on considère alors une courbe fermée quelconque entourant l'axe de rotation, le mouvement total sur cette courbe

[1] La manière relative dont nous envisageons le phénomène de la gravitation universelle montre que ce phénomène se produit instantanément dans tout l'espace.

correspond toujours à la même durée $T = \frac{2\pi}{-\omega}$ c'est-à-dire à la durée d'une révolution complète.

De même lorsqu'un point O est un point matériel de masse M, ou centre de contrainte, tout se passe comme si le point O n'était pas un centre de contrainte et comme s'il existait dans tout le reste de l'espace une contrainte de sens inverse dont le point O serait le centre. Si l'on considère une surface fermée quelconque entourant le point O, la contrainte totale sur cette surface est toujours produite par le même effort :

$$\Phi = - 4\pi M$$

c'est-à-dire par l'effort qui produit la contrainte dans l'angle solide 4π. C'est le théorème de Gauss relatif au flux de force à travers une surface fermée.

Des phénomènes dynamiques : Ayant défini la masse statique :

$$M = \frac{\Phi}{4\pi}$$

nous exprimerons le principe d'inertie en écrivant que la force est égale au produit de la masse par l'accélération φ ; mais si l'on considère une masse en mouvement, on admet comme principe qu'une force appliquée à cette masse agit sur elle comme si elle était au repos, c'est-à-dire qu'on admet l'équivalence des forces statiques et des forces dynamiques ; cela ne veut pas dire qu'elles soient de même nature. Au contraire, comme l'équation $f = M\varphi$ est équivalente à l'équation des forces vives :

$$fL = \frac{1}{2} Mv^2$$

admettre que la force statique est de même nature qu'une force dynamique, c'est admettre que l'énergie statique ou potentielle est de même nature que l'énergie cinétique.

Donc si l'on appelle F la *force statique* (définie par l'effort musculaire) et f la *force dynamique* (c'est-à-dire simplement ce qui est équivalent à une force dans une masse statique en mouvement), on doit écrire :

$$f = M\varphi \qquad \text{ou} \qquad F = (\lambda)M\varphi$$

(λ) étant un coefficient égal à l'unité dont nous allons déterminer la nature. C'est à cette condition seulement que les équations de la mécanique seront homogènes, c'est-à-dire que le premier membre d'une équation quelconque représentera toujours une grandeur de même nature que le second membre.

Comme $F = \frac{d\Phi}{dS}$ et que $M = \frac{d\Phi}{d\Theta}$ on a :

$$\frac{F}{M} = (\lambda)\varphi = \frac{d\Theta}{dS} = \frac{1}{(L)^2}$$

et comme (φ) a pour dimension $(L)(T)^{-2}$, la dimension du coefficient unité λ est :

$$(\lambda) = (L)^{-3}(T)^2$$

Nous dirons que (λ) est le coefficient ou la *constante cinétique*, parce qu'il permet de passer d'une grandeur statique *intuitive* à une grandeur dynamique qui lui correspond mais qui n'est que *théorique* ou vice-versa.

Ainsi de la notion intuitive de force statique F, nous avons déduit la notion théorique de force dynamique f en posant :

$$f = \frac{1}{(\lambda)} F$$

de même, de la notion *intuitive* de masse statique M nous pouvons déduire la notion *théorique* d'une masse dynamique m en posant :

$$m = (\lambda)M$$

et l'on pourra écrire indifféremment :

$$f = M\varphi$$

ou bien :

$$F = m\varphi$$

Dans chacune de ces deux équations, le premier membre représente une grandeur de même nature que le second.

Comme l'énergie statique ou potentielle est $E = FL$ et que l'énergie cinétique est $e = \frac{1}{2} Mv^2$, nous pouvons exprimer toutes les grandeurs mécaniques au moyen des trois grandeurs fondamentales : temps, effort et espace. Afin de pouvoir vérifier l'homogénéité des formules, nous regarderons le temps comme équivalent à une dimension, l'effort comme équivalent à deux dimensions[1] et l'espace comme équivalent à trois dimensions, c'est-à-dire que nous poserons :

$$(T) = 1 \qquad (\Phi) = 2 \qquad (L) = 1$$

1° *Grandeurs simples :*

vitesse angulaire	$= (\omega) = (T)^{-1} = -1$
masse statique	$= (M) = (\Phi) \quad = 2$

2° *Grandeurs cinématiques :*

vitesse linéaire	$= (v) = (T)^{-1}(L) \quad = 0$
accélération	$= (\varphi) = (T)^{-2}(L) \quad = -1$
constante cinétique	$= (\lambda) = (T)^2(L)^{-3} \quad = -1$

[1] En effet, dans toutes les machines, les efforts se transmettent toujours par des surfaces.

3° *Grandeurs statiques :*

force statique	$= (F) = (\Phi)(L)^{-2}$	$= 0$
pression en un point	$= (p) = (\Phi)(L)^{-4}$	$= -2$
énergie statique ou potentiel	$= (E) = (\Phi)(L)^{-1}$	$= 1$
moment d'inertie	$= (I) = (\Phi)(L)^{2}$	$= 4$
moment d'une force	$= (F)(L) = (\Phi)(L)^{-1}$	$= 1$

4° *Grandeurs dynamiques :*

masse dynam.	$= (m)$	$= (T)^2(\Phi)(L)^{-3}$	$= 1$
force »	$= (f)$	$= (T)^{-2}(\Phi)(L)$	$= 1$
énergie cinétique	$= (e)$	$= (T)^{-2}(\Phi)(L)^2$	$= 2$
travail d'une force	$= (f)(L)$	$= (T)^{-2}(\Phi)(L)^2$	$= 2$

On voit que :

$$\frac{F}{f} = \frac{m}{M} = \frac{E}{e} = \lambda$$

et l'on pourra écrire indifféremment[1] :

$$E = FL \quad \text{ou} \quad e = fL$$

$$e = \frac{1}{2} Mv^2 \quad \text{ou} \quad E = \frac{1}{2} mv^2$$

Ainsi la constante cinétique λ exprime aussi le rapport de parenté qui existe entre l'énergie potentielle et l'énergie cinétique. Ces deux énergies sont bien équivalentes puisque $\lambda = 1$, mais elles sont de nature différente puisque $(\lambda) = (L)^{-3}(T)^2$.

On peut facilement passer du système absolu (T) (Φ) (L) à un autre système quelconque ; l'opération se réduit à un changement de variable. Mais il faut remarquer que le système absolu (T) (Φ) (L) n'est pas autre chose que le système C.G.S. puisque dans ce dernier

[1] Avec ces notations, on ne peut plus confondre le moment d'une force (FL) avec le travail d'une force (*f*L).

système on prend comme troisième unité la masse du gramme, c'est-à-dire une masse statique et que l'on a :

$$(M) = (\Phi)$$

Les unités sont toujours le centimètre, le gramme et la seconde ; le gramme est seulement considéré comme l'unité d'effort et non comme l'unité de masse.

Les trois grandeurs T, Φ, L, sont non seulement indépendantes, mais irréductibles, tandis que les trois grandeurs, T, M, L sont bien indépendantes, mais pas irréductibles, car la masse est localisée dans l'espace, c'est-à-dire qu'elle contient encore un facteur spatial.

Constante de la gravitation. — Nous avons vu qu'au point de vue statique, la loi de Newton doit s'écrire :

$$F = (M)^{-1} \frac{MM'}{R^2}$$

En divisant les deux membres de cette équation par la constante cinétique λ, on a immédiatement la forme dynamique :

$$f = (m)^{-1} \frac{MM'}{R^2}$$

Ce résultat est bien celui que l'on obtient en écrivant les équations du mouvement d'une planète de masse M' attirée par le soleil supposé immobile et de masse M ; car si l'on désigne par k la constante de la gravitation, par a le grand axe de l'orbite et par T la durée de la révolution de la planète, les équations du mouvement newtonien conduisent par un simple calcul à l'expression de la troisième loi de Képler sous la forme :

$$k\,(M + M') = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2}$$

et l'on tire de cette loi :

$$(k) = (M)^{-1} (L)^3 (T)^{-2} = (M)^{-1} (\lambda)^{-1} = (m)^{-1}$$

Principe de l'égalité entre l'action et la réaction. — Nous avons dit que ce principe se ramenait au principe de relativité des phénomènes statiques, et nous en avons rencontré déjà un cas particulier dans le phénomène de l'attraction newtonienne.

Considérons maintenant le cas général. Et d'abord la force statique F appliquée en un point, étant définie par l'équation $F = \frac{d\Phi}{dS}$ nous définirons le *couple de forces* comme un système de deux forces F égales, parallèles et de sens contraire ; et nous représenterons un couple comme on le fait ordinairement par un vecteur C perpendiculaire au plan des deux forces F et égal au moment du couple. On démontrera au moyen des méthodes ordinaires que le vecteur C ne dépend pas de son point d'application, mais seulement de sa grandeur et de sa direction, tout comme un vecteur de translation. De même qu'un vecteur de translation définit un mouvement parallèle à une ligne droite, de même le vecteur qui représente un couple définit une *contrainte parallèle à un plan* (plan du couple). Il y a donc la même relativité dans le mouvement de translation d'un point que dans la contrainte statique due à un couple appliqué à un point. Si l'on peut dire que, lorsqu'un point se déplace avec une vitesse linéaire v, tout se passe comme si ce point était immobile et comme si tout le reste de l'espace subissait une translation parallèle et de même vitesse, mais de sens contraire, on peut aussi dire que : lorsqu'un point subit la contrainte sta-

tique d'un couple représenté par un vecteur C appliqué en ce point, tout se passe comme si ce point ne subissait pas la contrainte du couple et comme si tout le reste de l'espace subissait la contrainte d'un couple parallèle et de même moment, mais de sens contraire, c'est-à-dire comme si chaque point de l'espace subissait la contrainte d'un couple —C.

Contrainte statique la plus générale. — En cinématique, il existe deux sortes de vitesses, la vitesse linéaire et la vitesse angulaire ; donc le mouvement le plus général est celui qui résulte de la combinaison d'une vitesse linéaire et d'une vitesse angulaire ; chaque point de l'espace subit alors simultanément deux vitesses linéaires dues l'une à la translation, l'autre à la rotation, et ces deux vitesses se combinent en une seule par la règle du parallélogramme (règle qui résulte aussi du principe de relativité).

En statique, il existe aussi deux sortes de contrainte : la masse et le couple.

La contrainte statique la plus générale résultera donc de la combinaison d'un couple C et d'une masse M.

Cette manière de voir est conforme au principe de dualité en géométrie : la cinématique correspond à la théorie des lignes courbes, parce que le temps n'a qu'une dimension et la statique correspond à la théorie des surfaces parce que le champ binaire a deux dimensions ; or le type de la ligne courbe est la *ligne droite*, soit que l'on considère la courbe comme trajectoire d'un point, soit qu'on la considère comme enveloppe de son plan osculateur ; c'est pourquoi la rotation est définie par une quantité scalaire ω portée par une droite et la translation par une quantité scalaire v portée aussi par une droite (qu'on peut d'ailleurs dépla-

cer parallèlement à elle-même). Au contraire le type fondamental de la théorie des surfaces est le *plan* lorsqu'on considère la surface comme formée de points, ou le *point* lorsqu'on la considère comme enveloppe de plans ; c'est pourquoi l'une des contraintes statiques, la masse, est définie par une quantité scalaire M portée par un point et l'autre contrainte statique, le couple, est défini par une quantité scalaire C portée par un plan (qu'on peut d'ailleurs déplacer parallèlement à lui-même).

D'après le principe de relativité, lorsqu'un couple C est appliqué à un point matériel O de masse M, tout se passe comme si ni le couple ni la masse n'existaient, et comme si tout l'espace subissait une contrainte statique exactement égale et contraire. Tel est l'énoncé le plus général du principe d'égalité entre l'action et la réaction.

Comme la masse —M équivaut en un point quelconque de l'espace à une force $F = \frac{M}{R^2}$ dirigée vers le point O et que le couple C appliqué au point O équivaut en chaque point de l'espace à un couple égal et parallèle —C, on voit que chaque point de l'espace sera sollicité par une force F et par un couple C.

Pression en un point d'une surface : Aux phénomènes de mouvement en cinématique, correspondent les phénomènes de contrainte en statique ; à la vitesse en un point, correspond la force en un point ; par conséquent, à l'accélération φ en un point correspondra la pression p en un point, car on a les deux formules :

$$\varphi = \frac{dv}{dT} = \frac{d\left(\frac{dL}{dT}\right)}{dT} \quad \text{et} \quad p = \frac{dF}{dS} = \frac{d\left(\frac{d\Phi}{dS}\right)}{dS}$$

et de même que l'accélération φ est en général oblique à la trajectoire, de même la pression p sera en général oblique à la surface contrainte.

Composition des forces. — Soit F une force appliquée en un point O et F_x, F_y, F_z les projections du vecteur *F* sur trois axes rectangulaires ayant leur origine au point O. Considérons un plan normal au vecteur F et passant à une distance infiniment petite de l'origine O ; ce plan coupera respectivement les trois axes de coordonnées en trois points A, B, C et déterminera par suite un tétraèdre OABC. Si l'on projette les vecteurs F_x, F_y, F_z sur le vecteur F, on a d'après le théorème des projections :

$$F_x \cos(FF_x) + F_y \cos(FF_y) + F_z \cos(FF_z) = F$$

ce que l'on peut écrire :

$$F_x (OBC) + F_y (OCA) + F_z (OAB) = F (ABC)$$

c'est à dire que l'effort qui produit la contrainte sur les trois faces OBC, OCA et OAB est égal à l'effort qui produit la contrainte sur la face ABC, d'où l'équivalence entre la force F et les trois forces F_x, F , F_z. Si les coordonnées étaient obliques, le résultat serait le même, car soit D une direction donnée, P un plan donné, V un vecteur et V_n la composante de V normale au plan P ; la projection de V sur D prise parallalèlement au plan P sera la même que la projection de V_n prise sur D parallalèlement au plan P.

Conclusion.— Nous sommes arrivés à la conception du champ binaire en objectivant la notion d'effort, de même que l'on arrive à la conception du temps en objectivant la notion de durée et à la conception de

l'espace en objectivant la notion d'étendue. Quant à la question de savoir si le temps, l'effort et l'espace sont des notions subjectives ou objectives, c'est une question qui n'intéresse que le philosophe et qui n'a pas d'influence sur la science de la mécanique.

Si l'esprit éprouve quelque difficulté à admettre la non-localisation de l'effort, il suffit de comparer le phénomène de contrainte au phénomène du mouvement : de même qu'en marchant je réalise un mouvement qui est localisé dans mes jambes, mais que la durée de ce mouvement n'est pas localisée, de même en pressant avec la main contre un mur, je réalise une contrainte localisée dans mon bras, mais l'effort qui produit cette contrainte n'est pas localisé [1].

On pourrait encore objecter que l'effort est la cause de la contrainte, tandis que le temps n'est pas la cause du mouvement. Cette affirmation n'est rien moins que certaine, car nous avons déjà dit que si le temps nous apparaît comme une durée, sa nature plus intime est celle d'un changement et que le mouvement pur n'est qu'un changement dans l'espace, c'est à dire un changement de position. Considéré sous ce point de vue, le temps devient la cause du mouvement pur et en effet, le principe même du mouvement se trouve dans l'écoulement spontané du temps.

Dans l'étude que nous venons de faire, nous avons défini toutes les grandeurs de la mécanique au moyen des trois intuitions directes de notre esprit : le temps.

[1] Voir à ce sujet un article récent et très bien documenté sur « l'Etat actuel de la question du sens musculaire » par M. B. Bourdon, professeur à l'Université de Rennes. *Revue scientifique*, juillet, 1904.

l'effort et l'espace, mais nous n'avons pas cherché à définir ces trois intuitions. La notion d'espace, a dit Pascal, résiste à toute définition. On peut ajouter qu'il en est de même de la notion de temps et de la notion d'effort (musculaire). En nous basant sur les trois notions intuitives et indéfinissables de temps, d'effort et d'espace, nous croyons donc ne pas faire de métaphysique et ne pas sortir des limites de la connaissance humaine. Ceux-là seuls en sortent qui voient dans la masse, par exemple, autre chose que l'effort musculaire qui seul nous en donne connaissance (car la résistance n'est que le contre-effort et n'exprime que l'égalité de l'action et de la réaction). Supposer dans la masse autre chose que l'effort musculaire, c'est essayer d'atteindre la chose en soi, c'est dépasser les limites de notre connaissance, c'est faire de la métaphysique. La plupart des physiciens considèrent pourtant la masse sous ce point de vue; ils n'ont peut-être pas tort, au point de vue absolu, mais pour l'esprit humain, la masse et la force ne pourront jamais être définies que par l'effort musculaire.

En effet, l'équation $f = M\varphi$ ne peut pas définir à la fois la force et la masse. On ne peut se servir de cette équation pour définir la masse qu'en supposant que la force est une notion intuitive qui se passe de définition; ceci est vrai de la force au sens vulgaire du mot: mais dans ce sens, *force* est synonime d'effort musculaire; or, dans l'équation précédente, la lettre f signifie tout autre chose : cette lettre signifie une *force appliquée à une masse* M. On tombe donc dans un cercle vicieux, puisque la masse est définie par cette même équation. Quant aux théories modernes dites *cinétiques*, dans les-

quelles on cherche à supprimer totalement la notion de force, en ne considérant que des masses en mouvement, elles tournent dans un autre cercle vicieux, car si la force n'est que le produit de la masse par l'accélération, l'équation $f = M\varphi$, qui sert de base à toute la mécanique, se réduit à l'identité $M\varphi = M\varphi$, c'est-à-dire qu'elle ne signifie plus rien.

Au contraire, avec la notion d'effort une fois admise comme intuitive, la masse en un point est le rapport de l'effort à l'angle solide autour de ce point et la force en un point d'une surface contrainte par un effort, est le rapport de l'effort à la surface contrainte ; enfin, la force en un point est identique à la force appliquée à l'unité de masse supposée située en ce point.

Dans un prochain article, nous traiterons des grandeurs électriques et des grandeurs magnétiques.

SUR UN

NOUVEAU FRÉQUENCE-MÈTRE

PAR

P. WEISS

Professeur au Polytechnicum de Zurich

Communiqué à la section de physique de la Société helvétique des sciences naturelles à Winterthour, le 1er août 1904.

L'appareil présenté à la Société helvétique des Sciences naturelles a pour but de mesurer exactement la fréquence d'un courant alternatif. Il se compose d'une corde vibrante de tension variable, en fer, soumise, en son milieu, à l'action d'un électro-aimant parcouru par le courant à étudier. La tension de la corde se compose d'une partie fixe, obtenue au moyen d'un contre-poids, et d'une partie variable provenant d'un ressort plus ou moins tendu. Du même mouvement par lequel on tend ce ressort, on déplace une aiguille sur un cadran divisé dont la graduation indique le demi-nombre de vibrations de cette corde pour la tension correspondante.

Cette corde se mettra à vibrer par résonance quand la fréquence du courant alternatif parcourant l'électro-aimant sera égale à ce demi-nombre de vibrations.

Les lois de la résonance ont été données pour la première fois par Helmholtz, à propos de la théorie de l'audition. On sait, en effet que, d'après l'illustre physicien, chacune des fibres de la membrane de Corti est un résonateur accordé pour un son particulier.

S'il n'y avait aucun amortissement au mouvement du résonateur, la résonance ne se produirait que pour des impulsions exactement accordées sur sa période propre, l'amplitude serait infinie, mais, pour rassurer les constructeurs, elle ne prendrait cette valeur qu'au bout d'un temps indéfini.

Dans les rapports réalisés matériellement, il y a toujours un certain amortissement si l'on appelle I l'intensité du courant traversant l'électro-aimant, a une constante de l'instrument indépendante du degré d'amortissement, et b une autre constante proportionnelle à la force amortissante, on aura pour l'amplitude du mouvement pris par la corde

$$A = \frac{a\,I}{\sqrt{n^2 - n'^2 + b^2)^2 - 4\,n'^2\,b^2}}$$

où n est le dernier nombre de vibrations de la corde et n' périodes par seconde, la fréquence du courant. La figure ci-jointe représente la valeur de A en fonction de n'. Elle est maxima pour $n = n'$ et décroît très

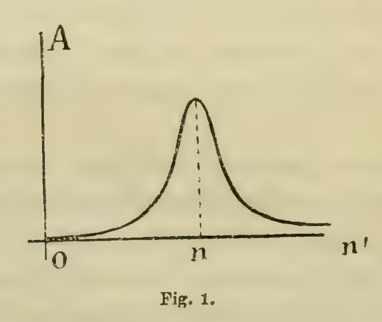


Fig. 1.

rapidement lorsque la valeur de n' s'écarte, dans un sens ou l'autre, de n. Donc bien qu'en théorie la résonance, dans le cas du mouvement amorti, ait lieu pour

toutes les valeurs de n', l'amplitude n'atteint, en pratique, des valeurs notables que pour des valeurs de n' situées dans un intervalle étroit de part et d'autre de n. Cet intervalle est d'autant plus étroit que l'amortissement est plus faible. On peut ainsi, en choisissant convenablement l'amortissement, donner la précision que l'on veut à la comparaison de la fréquence du mouvement propre de la corde avec celle de la force qui la sollicite.

Il y a donc un juste milieu à trouver entre un amortissement trop fort qui donnerait une région de résonance trop large, et un amortissement trop faible pour lequel la résonance exigerait un temps trop long pour atteindre son maximum. C'est ce qui a été fait dans l'appareil présent en choisissant convenablement le diamètre du fil et en le munissant d'un petit losange en fer qui joint une masse notable à une résistance assez faible, éprouvée de la part de l'air.

Ce petit losange permet d'ailleurs d'apprécier avec beaucoup d'exactitude le moment du maximum d'amplitude. Quand la corde vibre, on voit en noir l'espace recouvert dans toutes les positions par le petit losange et en gris l'espace qui n'est couvert que pendant une fraction de la période. Il en résulte une apparence

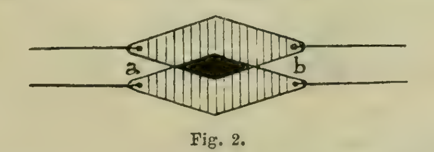


Fig. 2.

dont l'aspect est représenté par la fig. 2, et il est évident que la longueur de la région noire $a\ b$ varie très rapidement avec l'amplitude du mouvement.

L'appareil, tel qu'il est, permet de mesurer la fréquence d'un courant alternatif entre 40 et 60 périodes par seconde à $^1/_{1000}$ près environ. Il serait facile d'augmenter encore cette précision si cela était nécessaire ; en faisant en sorte, par exemple, que toute l'étendue du cadran divisé corresponde à l'intervalle entre 49 et 51 périodes par seconde.

Mais cela n'a pas paru utile jusqu'à présent. La sensibilité actuelle suffit à montrer toutes les variations accidentelles de la fréquence qui se produit quand on couple un alternateur supplémentaire avec ceux qui étaient déjà en fonction, ou quand, au moment de la chute du jour, la charge du réseau croît brusquement par l'allumage des lumières.

On peut, avec cet appareil, retrouver facilement les apparences qui accompagnent la synchronisation et qui ont été étudiées si élégamment par le regretté Alfred Cornu. Lorsque la période du courant est différente de la double période de la corde, l'amplitude du mouve-

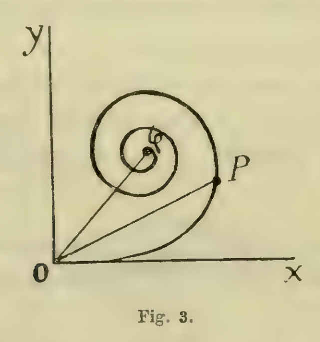


Fig. 3.

ment vibratoire passe par une série de valeurs représentées par les rayons OP d'une spirale logarithmique pour aboutir finalement, quand le régime permanent

est atteint, à la valeur OQ égale à la distance du pôle de cette spirale à l'origine des coordonnées. L'angle POX représente le retard de phase de la corde par rapport au courant. Cette spirale logarithmique est décrite par le point P à raison d'un nombre de tours par seconde égal à n-n'. Il y aura donc pendant la période initiale, et seulement cette période, un nombre de battements par seconde égal à la différence de la fréquence du courant et du mouvement de la corde. On observe facilement les battements passagers en écartant brusquement l'aiguille de la valeur d'une ou deux unités de la fréquence à partir du synchronisme.

Ce fréquence-mètre fondé sur la résonance n'est pas le seul qui existe. Hartmann et Braun ont récemment élaboré un appareil très élégant fondé sur la résonance de lames vibrantes. Il y a, dans cet appareil, un grand nombre de lames accordées chacune à une fréquence particulière et l'on déplace d'un mouvement continu l'électro-aimant de manière à l'amener successivement en face de chacune d'elles. Quand la fréquence du courant correspond exactement à celle de l'une d'elles, on le voit immédiatement. Les fréquences intermédiaires entre celles des diverses lames s'apprécient par interpolation. Cet appareil, qui fonctionne très bien, exige le réglage individuel de chacune des lames; il est assez compliqué et coûteux et n'a pas comme l'appareil ici présent l'avantage de donner des indications continues.

L'application que nous nous proposons de faire ici de cet instrument met bien en évidence la facilité et l'exactitude de son fonctionnement. Dans l'étude des moteurs asynchrones, le glissement est une quantité

importante et d'une détermination délicate. Elle se présente en effet sous la forme de la différence entre le nombre de tours du champ et celui de l'induit du moteur, c'est-à-dire de la différence de deux nombres voisins qui sont déterminés séparément avec des erreurs qui prennent une importance relative très grande par rapport à leur différence.

Nous faisons passer ici successivement dans le fréquence-mètre le courant primaire du moteur et un courant continu interrompu, obtenu par un commutateur calé sur l'arbre du moteur. Si l'on prend soin de croiser les expériences, on élimine les variations accidentelles de la fréquence du courant employé, et l'expérience montre que dans une série de mesures qui n'exige pas plus de cinq minutes, on obtient un glissement avec une précision qu'il est impossible d'atteindre par la méthode directe et des mesures prolongées.

Une variante de l'expérience montre que quand on charge légèrement le moteur, le glissement augmente. En faisant agir progressivement un frein sur l'axe du moteur, on suit commodément au fréquence-mètre les variations du glissement.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

décembre 1903, janvier et février 1904

(HIVER 1904.)

Remarque sur les corrections des baromètres. — A partir du 1er décembre 1903, on a appliqué aux baromètres de Savatan et de Dailly les corrections déterminées le 7 octobre 1903 : + $1^{mm}.56$ pour le baromètre de Savatan et + $0^{mm}.70$ pour le baromètre de Dailly. Ces corrections sont plus fortes que les anciennes, parce qu'elles se rapportent, non à l'ancien baromètre de Noblet de l'Observatoire de Genève, mais à son nouveau baromètre de Fuess (n° 1492/56). Celui-ci ayant été rapporté lui-même, le 30 janvier 1904, au baromètre normal (Wild-Fuess n° 168) du Bureau météorologique central suisse à Zurich, toutes les hauteurs barométriques de Genève, du Grand Saint-Bernard et des forts de Saint-Maurice sont maintenant homogènes avec celles du réseau suisse.

Le baromètre de Dailly se trouve encore pour quelque temps au bureau de l'intendance des forts ; mais les hauteurs observées ont été toujours ramenées à son ancien emplacement du bureau de tir, par une correction moyenne de + $1^{mm}.2$.

MOIS DE DÉCEMBRE 1903

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Hygromèt. Fraction de saturation moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
										Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	**686,2**	**639.4**	- 1.3	- 4.1	75	80	8	9	9	0.4	1	0.7	1	0.9	1	0.8	2
2	697.0	649.0	- 1.1	- 4.9	69	77	8	9	10	....	....	....	....	....	....	....	....
3	704.5	656.9	- 2.3	- 5.0	64	61	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
4	698.5	650.6	- 2.6	- 3.5	53	45	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	687.8	641.7	+ 1.7	- 1.3	51	61	7	7	7	8.4	1	7.0	3	12.6	**14**	5.3	5
6	690.7	641.2	- 0.3	- 3.4	97	100	10	9	10	3.0	....	3.0	**4**	5.9	8	7.7	13
7	694.5	648.5	- 0.8	- 3.8	68	74	5	7	3	2.5	**4**	2.8	**4**	4.4	5	1.2	6
8	697.7	651.0	- 0.3	- 1.6	96	95	7	8	6	2.5	....	0.9	2	0.5	3	2.1	4
9	699.6	652.5	+ 1.3	- 1.1	58	61	5	5	3	....	....	....	....	....	....	....	....
10	696.5	650.0	**3.9**	+ 2.5	70	58	8	10	8	0.1	....	....	....	0.5	....	0.1	2
11	697.0	650.6	2.3	1.7	62	74	10	10	10	**19.0**	....	**18,3**	2	**23.7**	12	**16.4**	**16**
12	696.9	650.7	1.3	0.1	95	87	5	6	3	....	....	0.9	....	....	....	....	....
13	694.9	648.9	3.3	+ 2.0	75	53	9	6	4	1.1	....	1.6	....	1.8	3	1.3	3
14	699.0	651.6	0.9	- 0.9	100	95	10	10	10	4.9	....	4.0	....	3.9	3	3.5	6
15	699.0	650.9	1.1	- 1.4	56	53	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	696.4	650.0	2.3	- 1.2	64	59	10	7	9	....	....	....	....	....	....	....	....
17	700.2	652.9	+ 1.5	+ 2.9	80	51	4	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
18	700.1	653.6	- 0.6	3.5	95	51	7	7	1	....	....	....	....	....	....	....	....
19	700.8	653.9	- 0.7	**4.3**	100	61	10	10	4	....	....	....	....	....	....	....	....
20	706.0	658.5	+ 0.1	3.3	87	52	4	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	**711.7**	**664.1**	+ 2.3	1.8	57	48	0	0	0	....	...	....	....	....	....	....	....
22	710.8	653.1	- 0.6	1.7	78	**43**	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
23	703.2	655.5	- 2.9	+ 0.2	94	46	2	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
24	701.5	654.2	+ 2.3	- 2.0	**41**	61	2	7	6	....	....	....	....	....	....	....	....
25	700.9	652.9	- 1.7	- 1.6	74	59	4	3	3	....	...	....	....	....	....	....	....
26	699.9	651.8	- 1.7	- 4.5	74	70	8	8	6	....	....	....	....	....	....	....	....
27	700.4	651.5	- 3.2	- 3.7	90	71	9	9	5	....	....	....	....	....	....	....	....
28	701.0	652.4	- 4.0	- **7.3**	90	94	10	9	3	....	....	....	....	....	....	....	....
29	699.3	650.5	- 4.9	- 4.5	89	67	9	8	2	....	...	....	....	....	....	....	....
30	700.0	651.6	- **5.3**	- 2.3	96	45	5	4	1	....	....	....	....	....	....	....	....
31	696.8	649.6	- 4.7	+ 1.1	93	46	8	7	4	....	....	....	....	....	....	....	....
MOIS	698.99	651.70	- 0.47	- 1.07	77	64	6.0	5.8	4.2	41.9	6	39.2	16	54.2	49	38.4	57

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1903

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	695.11	694.92	695.88	695.30	647.82	648.23	649.11	648.39
2me » ...	698.72	698.84	699.52	699.03	651.72	652.10	652.63	652.15
3me » ...	701.14	701.11	701.16	701.14	654.39	654.22	654.30	654.30
Mois..	698.86	698.73	699.40	698.99	651.42	651.60	652.08	651.70

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	o	o	o	o	o	o
Savatan						
1re décade...	− 1.62	+ 1.16	− 0.04	− 0.17	− 2.5	+ 1.9
2me » ...	+ 0.80	+ 2.30	+ 0.36	+ 1.15	− 0.7	+ 3.6
3me » ...	− 3.25	− 0.82	− 2.56	− 2.21	− 3.9	+ 0.2
Mois..	− 1.42	+ 0.83	− 0.81	− 0.47	− 2.4	+ 1.8
Dailly						
1re décade..	− 3.54	− 1.63	− 2.69	− 2.62	− 5.9	− 0.2
2me » ...	+ 0.52	+ 2.61	+ 1.13	+ 1.42	− 1.2	+ 3.9
3me » ...	− 3.47	+ 0.21	− 2.48	− 1.92	− 4.7	+ 1.3
Mois..	− 2.21	+ 0.39	− 1.38	− 1.07	− 4.0	+ 1.7

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	74	65	71	70	75	65	73	71
2me » ...	79	81	84	81	65	61	65	64
3me » ...	80	73	86	80	62	56	60	59
Mois..	77	73	80	77	67	61	66	64

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	4.9	6.5	6.2	5.9	6.0	6.3	6.9	6.4	5.3	5.7	5.7	5.6
2me » ...	5.8	7.0	7.8	6.9	5.4	6.3	5.5	5.7	5.0	4.7	2.7	4.1
3me » ...	5.5	5.0	5.3	5.2	5.3	5.6	4.9	5.3	3.5	2.5	2.6	2.9
Mois..	5.4	6.1	6.4	6.0	5.5	6.1	5.7	5.8	4.6	4.3	3.6	4.2

MOIS DE JANVIER 1904

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	0	0	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	701.7	654.3	- 0.9	+ 1.5	81	49	5	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
2	706.0	658.0	- 1.7	0.7	69	45	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
3	703.1	655.3	- 0.4	1.4	73	35	1	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
4	700.9	653.6	- 1.3	0.1	61	38	3	7	3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	700.9	653.3	- 2.5	+ 0.1	82	43	2	3	1	....	....	....	....	....	....	....	....
6	706.9	658.5	- 3.5	- 1.1	96	48	9	6	0	....	....	....	....	....	....	....	....
7	708.4	660.7	- 3.6	- 1.0	79	49	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
8	705.3	657.6	+ 2.1	+ 0.7	**43**	48	5	8	7	2.6	....	2.5	....	4.1	3	2.2	4
9	706.0	658.3	2.0	- 0.8	90	**95**	10	9	10	1.3	....	1.8	....	3.7	1	2.0	3
10	706.5	658.4	+ 0.9	- 2.0	79	85	5	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
11	705.0	657.1	- 0.7	- 1.1	84	64	2	4	1	....	....	....	....	....	....	....	....
12	703.1	656.1	+ 2.3	+ 1.2	51	45	5	7	8	....	....	....	....	....	....	....	....
13	702.6	656.6	3.9	3.3	69	67	8	7	10	8.0	....	9.2	....	9.1	....	1.6	....
14	699.0	652.0	**4.0**	+ **3.7**	**97**	74	10	10	8	**21.5**	....	**23.5**	...	**18.7**	10	25.6	12
15	703.1	656.1	+ 2.3	- 0.7	67	64	9	9	10	0.5	....	0.4	....	0.3	1	1.6	4
16	700.5	653.3	- 0.1	- 3.3	84	90	10	10	10	18.1	**18**	12.2	**22**	10.4	**28**	**26.0**	**25**
17	706.4	657.4	- 4.1	- 6.9	86	86	8	7	10	1.0	3	1.5	3	2.5	5	3.2	3
18	708.9	659.9	- 5.5	- **8.2**	72	68	0	0	0	....	....	....	....	0.1	1	0.1	1
19	705.8	656.4	- **6.7**	- 7.7	73	93	7	7	7	1.0	1	3.2	1	1.1	2	2.2	3
20	708.6	659.1	- 6.5	- 7.8	72	75	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	708.5	659.2	- 5.3	- 7.9	76	84	9	8	7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	710.6	661.1	- 4.1	- 7.2	72	**95**	5	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
23	**712.3**	**663.0**	- 4.7	- 3.9	80	73	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	708.9	660.3	- 5.7	+ 1.0	93	31	3	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
25	706.1	658.3	- 5.3	1.5	96	33	6	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
26	707.6	659.8	- 3.0	0.6	69	**30**	0	2	0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	709.7	661.7	- 2.5	0.7	60	31	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
28	708.5	661.2	- 1.5	2.9	77	33	3	2	3	....	....	....	....	....	....	....	....
29	709.5	662.5	+ 2.7	2.7	55	37	9	5	6	....	....	....	....	....	....	....	....
30	703.4	655.8	2.6	+ 1.4	63	50	5	0	4	1.2	....	2.0	1	0.5	1	0.6	1
31	**695.6**	**647.6**	+ 1.1	- 0.3	92	85	6	6	5	11.5	2	8.1	10	4.5	14	4.5	10
Mois	705.46	657.51	- 1.47	- 1.18	76	59	4.7	4.3	4.0	66.7	24	64.4	37	55.0	66	69.6	66

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1904

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	704.58	704.05	705.08	704.57	656.84	656.34	657.24	656.81
2me » ...	704.22	703.75	704.91	704.29	656.33	656.08	656.84	656.42
3me » ...	707.82	707.04	707.15	707.34	659.47	658.68	659.25	659.14
Mois..	705.62	705.01	705.76	705.46	657.61	657.09	657.82	657.51

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	Savatan					
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	− 2.52	+ 0.76	− 0.98	− 0.91	− 2.9	+ 1.7
2me » ...	− 1.42	− 0.05	− 1.78	− 1.08	− 3.0	+ 0.9
3me » ...	− 3.40	− 0.65	− 2.93	− 2.33	− 4.5	+ 0.6
Mois..	− 2.48	0.00	− 1.93	− 1.47	− 3.5	+ 1.0
	Dailly					
1re décade...	− 1.58	+ 1.79	− 0.37	− 0.05	− 3.1	+ 2.4
2me » ...	− 2.96	− 2.00	− 3.32	− 2.76	− 5.7	− 0.7
3me » ...	− 2.49	+ 1.31	− 1.10	− 0.76	− 4.2	+ 2.6
Mois..	− 2.35	+ 0.40	− 1.58	− 1.18	− 4.3	+ 1.5

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	76	71	79	75	57	50	54	54
2me » ...	74	73	79	75	70	73	75	73
3me » ...	72	72	83	76	55	48	55	53
Mois..	74	72	80	76	60	57	61	59

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	4.6	4.0	3.9	4.2	3.5	3.8	5.2	4.2	3.2	2.9	2.2	2.8
2me » ...	7.5	5.9	4.0	5.8	7.6	7.0	3.4	6.0	7.1	6.9	5.0	6.3
3me » ...	3.5	3.6	5.5	4.2	2.5	2.6	3.7	3.0	1.5	2.1	5.1	2.9
Mois..	5.2	4.5	4.5	4.7	4.5	4.4	4.1	4.3	3.8	3.9	4.1	4.0

MOIS DE FÉVRIER 1904

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	694.1	647.3	+ 0.7	− 2.3	82	76	9	9	9	....	....	0.1	....	....	....	....	....
2	692.1	646.2	4.5	+ 0.2	51	61	9	10	10	....	....	0.1	....	....	....	....	....
3	694.9	649.1	3.1	2.2	86	83	9	10	7	....	....	....	....	....	....	....	....
4	695.3	648.2	2.3	+ 1.1	99	88	10	10	9	....	....	....	....	....	....	....	....
5	694.0	646.1	1.1	− 0.6	100	100	10	10	10	7.8	....	6.8	2	7.1	7	3.2	5
6	698.5	651.2	1.9	− 1.3	79	93	5	6	6	....	....	....	....	....	....	....	....
7	697.1	651.0	2.3	+ 0.1	54	62	10	6	8	0.3	....	....	....	1.7	2	1.8	3
8	694.9	650.4	3.7	2.9	83	67	9	10	9	10.0	....	9.8	....	8.4	3	4.1	6
9	693.2	646.6	4.9	0.9	**47**	59	9	9	9	9.4	....	7.2	....	6.5	6	4.8	5
10	691.6	645.9	2.6	2.0	74	72	8	9	8	13.3	....	15.0	....	15.6	....	12.8	6
11	695.2	649.2	**6.1**	**3.0**	78	70	10	10	10	21.3	....	**21.1**	....	**20.9**	1	**17.3**	2
12	707.8	**661.5**	5.1	0.6	48	54	4	6	7	....	....	....	....	....	....	....	....
13	701.0	654.8	5.7	+ 1.4	54	65	8	8	10	7.8	....	7.1	....	3.2	1	1.4	3
14	692.8	646.2	2.6	− 1.2	66	78	10	8	8	8.6	....	7.2	5	4.5	5	9.6	10
15	693.5	647.3	+ 0.9	− 1.7	73	76	8	8	8	4.3	....	4.2	4	3.1	6	5.5	8
16	696.8	649.4	− 0.7	− 3.9	89	80	9	10	9	9.3	**14**	14.6	16	11.4	15	12.7	20
17	**689.5**	**642.8**	− 0.7	− 1.7	100	100	10	10	10	**24.0**	....	20.9	**18**	20.2	**19**	12.5	**21**
18	690.7	644.1	− 0.5	− 2.9	97	85	8	8	7	1.5	....	3.0	5	3.2	4	3.7	4
19	702.2	653.4	− 1.8	− 5.5	78	87	7	7	7	0.3	....	....	....	1.5	3	1.5	2
20	**708.8**	660.0	− **3.7**	− 4.1	68	71	7	7	7	2.0	1	2.0	5	5.1	4	4.8	7
21	708.7	659.9	+ 0.8	+ 1.3	85	77	7	7	5	....	....	....	....	....	....	....	....
22	704.7	657.4	4.7	+ 1.3	72	74	7	5	6	0.8	....	0.7	....	0.8	2	0.8	1
23	701.0	653.4	+ 1.5	− 2.2	81	92	10	7	9	....	....	....	....	0.4	1	0.5	2
24	698.7	650.7	− 1.7	− 6.4	55	64	4	4	6	....	....	....	....	....	....	....	....
25	701.3	652.9	− 3.1	− **7.6**	57	57	10	7	9	....	....	....	....	0.6	1	0.2	1
26	702.5	653.6	− 3.1	− 6.6	65	74	0	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
27	702.5	653.9	− 2.2	− 3.9	56	**49**	1	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
28	699.1	650.9	− 2.7	− 6.6	64	81	5	3	7	....	....	....	....	....	....	....	....
29	694.8	647.5	− 2.8	− 6.7	66	78	5	4	4	1.2	1	1.5	2	2.7	7	3.2	5
MOIS	697.83	650.72	+ 1.07	− 1.67	73	75	7.5	7.3	7.3	121.9	16	121.3	57	116.9	87	100.4	111

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1904

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	695.22	694.55	693.91	694.56	648.63	647.88	648.09	648.20
2me » ...	697.19	697.63	698.67	697.83	650.32	650.78	651.54	650.88
3me » ...	701.84	701.16	701.39	701.46	653.86	653.20	652.99	653.35
Mois..	697.95	697.66	697.87	697.83	650.84	650.53	650.80	650.72

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
	°	°	°	°	°	°
	Savatan					
1re décade...	+ 1.58	+ 3.58	+ 2.92	+ 2.69	+ 0.4	+ 4.8
2me » ...	+ 0.92	+ 2.64	+ 0.30	+ 1.29	- 1.0	+ 4.0
3me » ...	- 2.64	+ 1.14	- 1.40	- 0.96	- 3.9	+ 2.3
Mois..	+ 0.04	+ 2.50	+ 0.68	+ 1.07	- 1.4	+ 3.7
	Dailly					
1re décade...	- 0.83	+ 1.83	+ 0.59	+ 0.53	- 2.6	+ 3.6
2me » ...	- 2.28	- 0.83	- 1.70	- 1.60	- 4.4	+ 1.6
3me » ...	- 5.45	- 2.26	- 4.81	- 4.17	- 7.2	- 0.3
Mois..	- 2.77	- 0.36	- 1.88	- 1.67	- 4.7	+ 1.7

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	78	74	75	76	79	73	76	76
2me » ...	77	67	81	75	78	72	80	77
3me » ...	73	57	70	67	75	63	78	72
Mois..	76	66	76	73	77	70	78	75

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	8.7	9.0	8.7	8.8	9.4	9.4	7.9	8.9	9.6	8.6	7.3	8.5
2me » ...	8.5	7.9	7.7	8.0	8.7	7.6	8.4	8.2	8.4	7.1	8.9	8.1
3me » ...	5.0	4.6	7.0	5.9	4.3	3.4	5.4	4.4	5.3	4.8	5.2	5.1
Mois..	7.5	7.2	7.8	7.5	7.6	6.9	7.3	7.3	7.9	6.9	7.2	7.3

OBSERVATIONS DIVERSES

Décembre 1903.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 1, 12, 14, 18 et 20 à Savatan ; les 1, 6, 26 et 28 à Dailly ; les 6, 12 et 14 à l'Aiguille. — *Brouillard pendant tout le jour* : le 19 à Savatan.

Neige sur le sol : les 2, 6 et 8 à Lavey ; du 7 au 10 à Savatan ; tout le mois à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : les 7, 13, 15 et 24 à Lavey et Savatan ; le 5 à Savatan seulement.

Janvier 1904.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 24 et 28 à Lavey ; les 3 et 25 à Savatan ; le 19 à Dailly ; les 9, 10, 16, 17, 19, 21 et 31 à l'Aiguille.

Neige sur le sol : du 16 au 28 et le 31 à Lavey ; du 16 au 31 à Savatan ; tout le mois à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : le 8 à Lavey, Savatan et Dailly.

Halo lunaire le 8.

Février 1904.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : les 4 et 5 à Lavey ; les 3, 4 et 8 à Savatan ; les 16 et 19 à Dailly ; les 17, 19, 21 et 23 à l'Aiguille. — *Brouillard pendant tout le jour* : le 5 à Savatan, Dailly et l'Aiguille.

Neige sur le sol : les 1, 2, 16, 17, 19 et 21 à Lavey ; les 1, 2 et 6, du 15 au 19, et le 29 à Savatan ; tout le mois à Dailly et à l'Aiguille.

Fœhn : le 9 et dans la nuit du 12 au 13 à Lavey et à Savatan.

Orage : le 14, à 4 heures du soir.

QUATRE-VINGT-SEPTIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

WINTERTHUR

du 30 juillet au 2 août 1904.

C'est à Winterthur qu'a eu lieu cette année la 87me session de la Société helvétique des sciences naturelles. Ce centre de la grande industrie métallurgique suisse était bien fait pour attirer tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent aux questions techniques ; aussi les visites organisées soit à la fabrique de machines de MM. Sulzer frères, soit à la fabrique suisse de locomotives, soit à la fabrique Rieter et Cie, ont-elles trouvé de nombreux amateurs.

L'obligeance avec laquelle MM. les Directeurs se sont mis à la disposition de leurs visiteurs et la compétence avec laquelle ils leur servaient d'interprètes n'ont pas peu contribué à rendre ces visites des plus intéressantes. La brasserie Haldengut, la collection de coraux de la villa Traubengut et les forêts de la ville de Winterthur étaient autant d'autres buts d'excursions qui ont laissé à ceux qui y ont pris part le meilleur souvenir.

La session a été ouverte officiellement le 31 juillet par M. le prof. J. Weber, président annuel, qui a traité

dans son discours d'ouverture le sujet des *formations de l'époque glaciaire dans les environs de Winterthur* Après lui, M. le prof. Chodat (Genève) a fait une conférence fort intéressante sur *les méthodes statistiques et leur application à la botanique,* et pour terminer cette première séance générale, M. le prof. Schardt (Neuchâtel) a entretenu les membres présents des *résultats scientifiques du percement du Simplon.*

La journée du 1[er] août a été consacrée aux séances de sections et aux excursions que nous venons de rappeler.

La seconde séance générale a été très nourrie grâce aux conférences de M. F.-A. Forel (Lausanne) sur le *jubilé cinquantenaire de la découverte des Palafittes*, de M. le prof. Schär (Strasbourg) sur des *phénomènes d'oxydation intérieure spontanée* et de M. Ed. Sulzer Ziegler, conseiller national, sur *les travaux dans le tunnel du Simplon.*

Nous ne saurions terminer ces quelques mots d'introduction sans remercier vivement le Comité annuel d'abord et son dévoué président de l'accueil aimable qu'ils nous ont fait et de la parfaite organisation de cette session, sans remercier aussi les autorités cantonales de Zurich et municipales de Winterthur de l'appui qu'elles ont bien voulu donner au Comité annuel et de l'intérêt avec lequel elles ont suivi notre session. Ceux des membres de la Société helvétique des sciences naturelles qui y ont assisté en ont gardé un excellent souvenir.

C'est à Lucerne qu'aura lieu la session de 1905.

Nous allons rendre compte maintenant des travaux qui ont été présentés au cours de cette session :

Mathématiques et Physique.

Président : M. le prof. Hagenbach-Bischoff.
Secrétaires : M. le Dr J. Kunz (Zurich).
M. le Dr E. Zwingli (Winterthur).

A. Göckel. Gaz radioactif dans l'air et le sol. — Ed. Guillaume. Théorie des aciers au nickel. — Lüdin. La dispersion des lignes du courant électrique dans les électrolytes. — J. Maurer. Les ballons-sonde en Suisse. — J. Kunz. Influence de la température sur les propriétés magnétiques de la pyrrhotine. — Kleiner. La résistance et le coefficient de selfinduction pour les oscillations électriques. — P. Weiss. Un nouveau fréquence-mètre. — E. Steinmann. Détermination rapide de la force électromotrice et de la résistance intérieure d'un générateur électrique. — R. de Saussure. Des axes de mouvement compatibles avec les liaisons d'un système invariable qui possède *n* degrés de liberté. — E. Hagenbach. Détermination de la viscosité d'un liquide par son écoulement à travers un tube capillaire.

A. Göckel (Fribourg). *Gaz radioactif dans l'air et le sol.*

MM. Elster et Geitel ont montré qu'un fil isolé, tendu dans l'atmosphère et chargé à un potentiel d'environ -2000 volts se recouvre au bout d'un temps relativement court d'une couche radioactive. Ils ont donné également une méthode pour mesurer cette radioactivité.

Les mesures que j'ai exécutées à Fribourg (Suisse) pendant onze mois consécutifs ont donné les résultats suivants :

1) La teneur en émanation radioactive est notablement plus forte à Fribourg qu'à Wolfenbüttel (la teneur est désignée en général par A). En se servant des unités adoptées par MM. Elster et Geitel, A a comme

valeur moyenne à Fribourg 84, avec 10 comme minimum et 420 comme maximum quand le fœhn souffle.

2) A augmente dans le cours de la journée pour diminuer depuis 4 h. du soir. Entre 11 h. du matin et 2 h. du soir on observe souvent une petite dépression de A. On n'a pas pu constater de période annuelle.

3) On ne peut pas démontrer d'une manière certaine que A dépende de la température, de l'humidité absolue ou relative, de la nébulosité ou de la différence de potentiel.

4) A augmente lorsque la pression atmosphérique augmente, c'est-à-dire lorsque l'air descend. Ce fait s'observe surtout par le fœhn, et montre que l'air du sol ne peut pas être la seule source d'émanation radioactive ; il est concordant avec l'observation faite que le nombre des ions positifs de l'atmosphère augmente en même temps avec la pression atmosphérique.

Les mesures faites sur le Rothorn près Brienz ont montré que la valeur de A y est plus grande que dans la plaine. Les valeurs obtenues y varient entre 50 et 300.

Des fils non chargés, mais tendus simplement dans le champ de la terre, ont donné des radioactivités pour lesquelles la valeur de A atteignait 30 à 50.

L'auteur a fait encore des recherches sur les émanations radioactives des sources thermales : les gaz qui émanent de la source de Bade (Argovie) sont fortement radioactifs tandis que l'eau de Bade comme celle de Louëche ne présente pas de radioactivité bien marquée lorsqu'on l'examine selon la méthode ordinaire, quelques jours après l'avoir puisée à la source.

M. C.-E. Guillaume, à Sèvres, expose la *théorie des*

aciers au nickel, pour laquelle nous renvoyons le lecteur au mémoire qu'il a inséré dans les *Archives* en janvier de cette année[1].

Prof. E. LUDIN (Winterthur). *La dispersion des lignes du courant électrique dans les électrolytes.*

L'auteur de cette communication a déterminé la conductibilité du sulfate de cuivre et du nitrate de potasse avec des cuves à résistance pour lesquelles la section des électrodes était notablement plus petite que celle du liquide. La section de l'électrolyte mesurait 179,6 cm^2 celle des électrodes 179,6 $cm.^2$, 16 $cm.^2$, 4 $cm.^2$ et 1 $cm.^2$. Lorsqu'on mesure la résistance pour différentes distances des électrodes (4 cm.-45 cm.) on trouve que plus la distance augmente, plus la résistance par unité de longueur diminue en se rapprochant de la valeur qu'on obtient en employant les électrodes de 179,6 cm^2.

Pour expliquer cette diminution de la résistance, il faut supposer que les lignes du courant électrique se dispersent, et que c'est bientôt la section tout entière du liquide qui sert de conducteur au courant. En supposant de plus que les lignes du courant électrique se dispersent en forme de pyramides tronquées, correspondant aux sections des électrodes et de l'électrolyte, on trouve en calculant la hauteur de ces pyramides qu'elle est la même pour toutes les distances des électrodes. En en déduisant l'angle sous lequel les lignes du courant électrique se dispersent, on peut déduire des résultats provisoires les lois suivantes :

1) L'angle de dispersion est le même pour une sec-

[1] *Archives*, 1904, t. XVII, p. 23.

tion donnée quelle que soit la distance des électrodes.

2) L'angle de dispersion augmente lorsque la concentration diminue.

3) Lorsque la section des électrodes diminue par rapport à celle de l'électrolyte, l'angle de dispersion diminue, et se rapproche d'une valeur limite.

M. le Dr J. Maurer, Directeur-adjoint de l'Institut météorologique fédéral (Zurich) parle de la *participation de la Suisse aux ascensions scientifiques internationales;* il démontre les instruments enregistreurs employés, présente quelques diagrammes et fait une démonstration du matériel complet des ballons-sonde, employés dans les Alpes. Pendant sa communication, il fait assister l'assemblée au lancer d'un ballon-sonde rempli d'hydrogène.

M. Jacob Kunz (Zurich). *Influence de la température sur les propriétés magnétiques de la pyrrhotine.*

La pyrrhotine se distingue de tous les cristaux magnétiques étudiés jusqu'à aujourd'hui par le fait qu'elle possède un plan magnétique qui facilite l'étude du cristal et qui coïncide avec le plan de la base suivant lequel les cristaux de pyrrhotine clivent généralement. On distingue deux groupes de cristaux de ce minéral, qui diffèrent complètement l'un de l'autre par l'influence que la température exerce sur leurs propriétés magnétiques. Les propriétés magnétiques du premier groupe sont les suivantes : lorsque la température croît, l'intensité du magnétisme et des deux sortes d'hystérésis diminue graduellement, l'intensité du magnétisme est la même avant et après l'échauffement, l'aimantation à

satiété pour environ 2000 unités du champ est indépendante de la température, le plan magnétique existe pour toutes les températures, les groupements sont constants et indépendants de la température, ou la composition en trois aimants élémentaire est constante, la variation des élongations dans la région des minima est très rapide, la valeur du travail de l'hystérésis est faible.

Les cristaux du second groupe se distinguent de ceux du premier par la mobilité de leurs éléments sous l'influence de températures élevées et du champ magnétique qui exerce sur eux une action directrice lorsqu'ils sont en état de mobilité.

On pourrait expliquer les différents degrés de mobilité en supposant que les cristaux sont composés de deux substances différentes dont l'une est immobile comme les cristaux du premier groupe, tandis que l'autre est mobile. Si l'on fait de plus l'hypothèse que pour certains cristaux la partie mobile est régulièrement formée de trois éléments, pour d'autres au contraire irrégulièrement, on pourrait facilement déduire de ces deux hypothèses toutes les propriétés principales qui dépendent de l'élévation de la température et de la vitesse avec laquelle elle varie, ainsi que celles qui dépendent de l'intensité de la direction du champ magnétique.

Mais on pourrait également supposer que la résistance magnétique est une fonction de l'angle ou que les groupements magnétiques élémentaires ne sont pas disposés suivant des droites, mais en forme d'étoile. Cette dernière hypothèse est rendue très probable à cause de la composition des cristaux en proportions très

variables des trois composantes, à cause aussi de la manière dont cette compostion varie sous l'influence de températures toujours plus élevées et de la proportion toujours plus considérable que prend la composante principale sous l'influence dirigeante de champs magnétiques croissants. L'hypothèse qui considère la résistance magnétique comme une fonction déterminée de l'angle n'est pas en désaccord avec le fait que l'hystérésis de rotation, de même que l'aimantation peut être divisée d'une manière quelconque dans une direction donnée sous l'influence d'un champ magnétique à une température élevée.

C'est pourquoi l'explication la plus simple de ces propriétés magnétiques du second groupe est la suivante : les cristaux sont composés de deux parties dont l'une est immobile comme les cristaux du premier groupe et dont l'autre est mobile. La partie immobile est composée des trois éléments, soit régulièrement, soit en proportions variant d'une manière quelconque.

M. A. Kleiner (Zurich). *La résistance et le coefficient de selfinduction pour les oscillations électriques.*

Les travaux de Hertz [1] nous ont enseigné que la répartition du courant dans les conducteurs pour des oscillations électriques très rapides est la même que la répartition d'une charge électrostatique, c'est-à-dire qu'elle est superficielle ; d'autre part, Bjerkness [2] a mesuré pour différents métaux la profondeur à laquelle les ondes électriques pénètrent. Ce n'est que tout der-

[1] *Widemann Ann.*, 37, p. 395.
[2] *Widemann Ann.*, 48, p. 592.

nièrement que grâce aux travaux de F. Dolezalek[1] et de Wien[2] il a été reconnu que cet effet (appelé effet Skin) se produit aussi pour des oscillations relativement lentes et comment la résistance effective d'un courant oscillant dépend de la fréquence des oscillations.

Après avoir fait personnellement de nombreuses mesures d'oscillations électriques au moyen du pendule d'Helmholtz et avoir fait exécuter quelques travaux dans ce sens[3], j'ai été amené à travailler cette même question, et suis arrivé à des résultats qui concordent, au point de vue qualitatif, avec ceux de Dolezalek et les complètent dans un certain sens; en effet, tandis que les mesures de Dolezalek ont été faites sur des circuits oscillatoires à capacité négligeable et à oscillations réglées, j'ai employé des circuits à capacité considérable, pouvant varier entre des limites éloignées et, d'accord avec la méthode d'observation, les oscillations étaient *libres*.

Cette méthode d'observation était la suivante : en ouvrant un circuit au moyen d'un interrupteur à pendule d'Helmholtz on faisait naître des oscillations dans un système composé d'une source de courant, d'une bobine d'induction et d'un condensateur; après un certain temps, mesurable au moyen de l'appareil, on interrompait la communication avec le condensateur et l'on déterminait sa charge en le déchargeant dans un galvanomètre balistique. En augmentant petit à petit la durée de la charge, on peut déterminer la charge comme une fonction du temps et déduire des

[1] *Drudes Ann.*, 12, p. 1143.
[2] *Drudes Ann.*, 14, p. 1.
[3] Par exemple, dissertation de Lomsché, Zurich, 1903.

graphiques des courbes d'oscillation, l'amplitude et la durée d'oscillation. Lorsqu'on connaît ainsi la période et l'amortissement, on peut en déduire, au moyen de la formule de Thomson et Kirchhoff, la résistance W et le coefffcient de selfinduction L :

$$T = 2\pi\sqrt{CL} \cdot \frac{1}{\sqrt{-\frac{CW^2}{4L}}},$$

$$\text{logn}\,\delta = \pi W \sqrt{\frac{C}{L}},$$

où T désigne la durée d'oscillation, δ l'amortissement et C la capacité. Pour T, on peut écrire :

$$T = 2\pi\sqrt{CL},$$

on a alors :

$$T\,\text{logn}\,\delta = 2\pi^3 WC; \quad W = \frac{T\,\text{logn}\,\delta}{2\pi^2 C}$$

En faisant varier C dans des séries d'expériences consécutives, on put donner à T des valeurs variant entre de grandes limites et déterminer ainsi la manière dont W et L dépendent de cette grandeur.

Le tableau suivant donne les valeurs de W et L tirées des expériences faites avec une bobine dont le fil avait 1,1 mm. d'épaisseur et dont les constantes étaient les suivantes : nombre de tours, 480 ; rayon moyen, 165,5 ; coefficient d'induction calculé au moyen des dimensions, 116,14.10^6cm. ; résistance pour un courant continu, 10,87 Ω. Les valeurs de W ne comprennent pas la résistance des communications et celle des éléments.

C. en M.F.	T sec.	$^1/T$	W ohms	L cm. 10^6
2	0.002944	340	11.5	122.1
1	0.002097	477	11.52	111.5
0.2	0.000941	1062	13.0	112.2
0.05	0.000485	2062	17.38	111.7
0.01	0.0002125	4706	40.92	114.5
0.002	0.0000971	10299	164.32	119.0
0.00045	0.00005064	19747	845.4	153.0

La résistance pour 20000 oscillations est environ 100 fois plus grande que celle de la loi d'Ohm ; elle augmente à peu près proportionnellement au carré du nombre d'oscillations ; cette loi ne s'applique pourtant plus au cas du plus grand nombre d'oscillations observées. Le coefficient de selfinduction augmente aussi avec le nombre des oscillations lorsque celui-ci est grand ; lorsqu'il est plus petit, il se comporte d'une manière qui a également été observée par Dolezalek. M. le Dr H. Mayer[1] a mesuré d'après cette méthode W et L pour cinq bobines avec des fils d'épaisseur différente. Les résultats permettent de voir la variation de W et L suivant l'épaisseur du fil.

M. P. Weiss (Zurich) présente *un nouveau fréquence-mètre* de son invention. Voir ci-dessus, p. 241.

M. E. Steinmann, Dr Sc. (Genève). — *Détermination rapide de la force électro-motrice et de la résistance intérieure d'un élément de pile.*

L'emploi toujours croissant des piles sèches dans les applications industrielles (les automobiles en particulier) et la difficulté de se rendre compte rapidement de leur état d'épuisement m'ont engagé à chercher une

[1] H. Mayer. Dissertation, 1904.

méthode pratique, applicable facilement et donnant des résultats certains.

On ne peut en effet qualifier de rationnelles les mesures habituelles faites avec des voltmètres de pacotille à très petite résistance intérieure ou la méthode si courante qui consiste à court-circuiter un élément par un ampèremètre.

Deux mesures successives faites avec un bon voltmètre à deux sensibilités (Weston, Hartmann et Braun, etc.) permettent de déterminer rapidement la f. é. m. et la résistance intérieure de l'élément ou de la batterie.

Soient ρ' et ρ'' les résistances de l'instrument aux deux sensibilités, ρ la résistance intérieure cherchée, e' et e'' les différences de potentiel lues, E la f. é. m. cherchée.

La loi d'Ohm donne

$$E = (\rho' + \rho)\frac{e'}{\rho'} = (\rho'' + \rho)\frac{e''}{\rho''}$$

d'où

$$e' + e'\frac{\rho}{\rho'} = e'' + e''\frac{\rho}{\rho''}$$

$$e' - e'' = \rho\left(\frac{e''}{\rho''} - \frac{e'}{\rho'}\right)$$

et

$$\rho = \frac{e' - e''}{\frac{e''}{\rho''} - \frac{e'}{\rho'}}$$

Le rapport des deux résistances ρ' et ρ'' étant en général un nombre très simple, on a intérêt à l'introduire dans la formule, qui devient

$$1) \qquad \rho = \rho''\left[\frac{e' - e''}{e'' - e'\frac{\rho''}{\rho'}}\right]$$

En introduisant cette valeur dans une des expressions de E, on a

$$2)\qquad E = e''\left[1 + \frac{e' - e''}{e'' - e'\frac{\rho''}{\rho'}}\right]$$

La fraction qui figure dans 1) se retrouve dans 2) de sorte que le calcul est très simple.

Voici un exemple numérique :

Un petit élément sec Ediswan, très vieux, a donné

$$e' = 0{,}85^v \qquad e'' = 0{,}54^v$$

l'instrument (de la European Weston Electrical Instrument C°) ayant respectivement

$$\rho' = 1381\ \Omega \qquad \rho'' = 276\ \Omega \quad \text{et} \quad \frac{\rho''}{\rho'} = \frac{1}{5}$$

on tire de là

$$\rho = 231\ \Omega \qquad E = 0{,}99^v$$

On peut arriver à supprimer tout calcul en construisant pour un instrument donné un abaque à alignement qui donne par la simple application d'une ligne droite les valeurs cherchées de ρ et de E.

La méthode indiquée ci-dessus est identique en principe avec celle que donne Kohlrausch (Lehrbuch der praktischen Physik, 9te Aufl. § 97, I); mais son application est beaucoup plus simple.

Il va sans dire que son application n'est pas limitée aux piles sèches, mais que tout générateur électrique à grande résistance intérieure peut avantageusement être étudié de cette façon.

M. René de Saussure. *Sur les grandeurs fondamentales de la mécanique.*

Les trois grandeurs *temps*, *masse* et *longueur*, considérées généralement comme fondamentales en mécanique, sont bien trois grandeurs indépendantes, mais non pas irréductibles, car la masse étant une grandeur localisée dans l'espace, contient encore un facteur spatial. Au contraire, en prenant comme grandeurs fondamentales : le *temps*, l'*espace* et ce que les physiciens appellent le *flux de force*, la mécanique se trouve basée sur trois grandeurs indépendantes et irréductibles, car le flux de force n'est pas plus localisé dans l'espace que le temps dans l'espace ou l'espace dans le temps.

Le flux de force n'est pas autre chose qu'un effort statique ou effort musculaire, de sorte que les trois nouvelles grandeurs fondamentales correspondent aux trois intuitions directes de notre esprit : notion de durée, notion d'effort musculaire et notion d'étendue ; ces trois notions sont intuitives et résistent à toute définition.

La force et la masse sont immédiatement définies par l'effort : la force en un point d'une surface soumise à un effort est le rapport de l'effort à cette surface, et la masse en un point est le rapport d'un effort à l'angle solide 4π qui entoure ce point.

Cette manière de voir permet d'établir un parallélisme complet entre la cinématique (temps et espace) et la statique (effort et espace) ; la cinématique correspond à la théorie des courbes, parce que le temps n'a qu'une dimension, et la statique à la théorie des surfaces, parce que l'effort ou flux de force a deux dimensions ; enfin, l'espace ayant trois dimensions, il y a symétrie complète entre les trois grandeurs : temps, effort et espace. Les trois unités sont toujours la seconde, le

gramme et le mètre; seulement, le gramme est considéré comme l'unité d'effort et non pas comme l'unité de masse.

Enfin, la théorie précédente permet d'établir une distinction entre les forces statiques et les forces dynamiques, et permet de rendre homogènes toutes les équations de la mécanique. (Voir ci-dessus, p. 221.)

M. le prof. HAGENBACH (Bâle) fait une communication sur la *détermination de la viscosité des liquides par leur écoulement à travers un tube capillaire.*

Il montre que la correction indiquée par lui en 1860 comme devant être apportée à cette mesure n'est justifiée qu'au cas où le liquide s'échappe librement du tube capillaire. En effet, c'est dans ce cas seulement qu'une partie de la pression observée est employée à produire la vitesse d'écoulement et doit être ainsi déduite de la pression totale. Si, au contraire, le liquide s'écoule dans un second vase et qu'on mesure la différence de pression entre les deux vases reliés par le tube capillaire, l'énergie cinétique déployée au passage du liquide dans le second vase est transformée en énergie potentielle. Dans ce deuxième cas, donc la pression doit être introduite sans correction dans la formule de Poiseuille pour la mesure de viscosité. Dans un certain nombre de recherches entreprises récemment sur ce sujet, et en particulier dans l'étude très soignée de MM. Thorpe et Rodger, la correction que M. Hagenbach avait indiquée a été appliquée mal à propos.

Chimie.

(Séance de la Société suisse de Chimie)

Présidents : M. le prof. O. BILLETER (Neuchâtel).
M. le prof. Ed. SCHÆR (Strasbourg).
Secrétaire : M. le prof. H. RUPE (Bâle).

A. Werner. Sur quelques nouveaux sels de chrome. — A. Jaquerod. La densité de l'anhydride sulfureux et le poids atomique du soufre. — O. Billeter. Sur l'autoxydation des dialcoylxanthogénamides. — A. Pictet. Sur la constitution de la strychnine. — E. Schær. A propos des réactions du sucre et du biuret. — H. Rupe. Sur la réduction des cétones non saturées. — E. Pfeiffer. Sur quelques sels aquochromiques. — E. Schær. Phénomènes d'oxydation spontanée et interne.

M. le prof. WERNER (Zurich) fait une communication sur *quelques nouveaux sels de chrome.* Ayant repris l'étude d'un chlorosulfate de chrome décrit par Recoura, et auquel celui-ci avait attribué la formule $(CrCl)SO_4 + 6H_2O$, il a trouvé que cette formule doit être doublée et remplacée par l'expression

$$\left[Cr{Cl_2 \atop (OH_2)_4}\right](SO_4)_2\left[Cr(OH_2)_6\right] + 2H_2O.$$

Ce sel appartient à une série

$$R\,(SO_4)_2\,[Cr\,(OH_2)_6],$$

dans laquelle R représente un complexe monovalent quelconque. En faisant agir l'acide bromhydrique sur le sulfate de chrome, M. Werner a pu, en effet, préparer le bromosulfate correspondant :

$$\left[Cr{Br_2 \atop (OH_2)_4}\right](SO_4)_2\left[Cr\,(OH_2)_6\right] + 2H_2O.$$

La constitution de ces deux composés a été fixée par une seconde synthèse, consistant à partir du chlorure de chrome violet et du chlorure (ou bromure) de chrome vert, et à les additionner d'acide sulfurique :

$$\left[Cr\,{(OH_2)_4 \atop Cl_2}\right]Cl + \left[Cr\,(OH_2)_6\right]Cl_3 + 2H_2SO_4 + 2H_2O =$$

$$\left[Cr\,{(OH_2)_4 \atop Cl_2}\right](SO_4)_2\left[Cr(OH_2)_6\right] + 4HCl + 2H_2O.$$

Au lieu du radical hexaquochromique, on a pu introduire le radical hexaquo-aluminique, et obtenir, par exemple, le sel

$$\left[Cr\,{(OH_2)_4 \atop Cl_2}\right](SO_4)_2\left[Al(OH_2)_6\right] + 2H_2O.$$

Inversement, il a été possible de remplacer le radical dihalogéno-tétraquochromique par des restes de métalammoniaques tels que $Cr(OH_2)_2(NH_3)_2Cl_2$ et $Co.en_2.Cl_2$[1], et préparer, entre autres,les composés

$$\left[Co\,{en_2 \atop Cl_2}\right](SO_4)_2\left[Cr(OH_2)_6\right]$$

$$\text{et}\ \left[Co\,{en_2 \atop Cl_2}\right](SO_4)_2\left[Al(OH_2)_6\right].$$

Si l'on considère la formule empirique de ce dernier sel, laquelle est $CoAlC_4N_4Cl_2S_2H_{16}O_{14}$, et qu'on la compare à l'expression si simple donnée par sa formule développée, on voit combien on aurait tort de penser que les formules constitutionnelles ne peuvent avoir d'utilité en chimie minérale ; on doit reconnaître, au contraire, qu'elles sont destinées à y jouer un rôle aussi

[1] en = éthylène-diamine.

important qu'en chimie organique, bien que les bases théoriques sur lesquelles elles reposent soient essentiellement différentes.

Cette conviction s'accroît encore quand on envisage les résultats d'une autre série de recherches que l'auteur a faites avec M. Jovanovits. Lorsqu'on évapore le chlorure hexammino-chromique ou le chlorure chloropentammino-chromique avec du sulfocyanate de potassium et de l'acide acétique, on obtient un sel vert, assez soluble dans l'eau, que l'on peut purifier par cristallisation dans l'acétone. Ce sel, d'une composition très complexe, renferme les éléments Cr, N, C, S, O et H, et cela dans des proportions très curieuses. On a pu se faire une première idée de sa constitution en étudiant l'action que le nitrate d'argent exerce sur sa solution aqueuse. Il ne se produit tout d'abord qu'un léger trouble, mais celui-ci augmente bientôt et se transforme en un précipité caséeux blanc de sulfocyanate d'argent. La solution filtrée, qui possède une belle couleur verte, laisse déposer par concentration un nitrate; celui-ci n'a pas été analysé, mais converti dans le sel de platine correspondant, qui cristallise remarquablement bien. L'analyse de ce dernier sel a montré qu'il constitue le chloroplatinate d'un radical monovalent

$$[Cr_4\,(CH_3CO_2)_6\,(NH_3)\,(O_3)\,(OH)\,(OH_2)_2]^{I.}$$

Ce radical si complexe présente une remarquable stabilité. Les sels qui en dérivent ne subissent pas la plus petite modification en solution aqueuse, même au bout de plusieurs semaines. Les auteurs poursuivront l'étude de ces corps et chercheront à en déterminer complètement la constitution. Ils espèrent arriver ainsi

à démontrer que l'une des tâches de la chimie moderne doit être d'établir les théories de la constitution moléculaire des composés inorganiques.

M. le Dr A. Jaquerod (Genève) présente un travail, effectué avec la collaboration de M. A. Pintza, sur la *densité de l'anhydride sulfureux et le poids atomique du soufre.* La densité a été déterminée à 0° et à diverses pressions, au moyen d'un appareil comprenant deux ballons d'une contenance totale de 3500 cm^3 environ, exactement jaugés et reliés à un manomètre à mercure. L'anhydride sulfureux était pesé à l'état liquide, dans une petite ampoule fermée par un robinet et pouvant s'adapter aux ballons jaugés. On évitait de cette façon la pesée de ballons de grandes dimensions, qui constitue l'une des principales difficultés dans la détermination de la densité des gaz. Toutes les corrections nécessitées par la petite fraction de gaz située hors de la glace, la compressibilité, etc., ont été effectuées.

Pour la pression normale, sept déterminations ont été faites, et les chiffres obtenus concordent à moins de $^1/_{5000}$. Aux basses pressions la précision est un peu moindre.

Les résultats de ces mesures sont les suivants :

Pression	Nombre de déterminations	Poids du litre de SO_2 à 0°
760	7	2,92664 gr.
569,28	1	2,17891 »
380	4	1,44572 »

On peut, des chiffres ci-dessus, déduire immédiatement la *compressibilité* du gaz sulfureux. Ils permettent

également de calculer très facilement la valeur de la *densité limite* de l'anhydride sulfureux par rapport à celle de l'oxygène sous la pression 0. Ce rapport, multiplié par 32, donne, comme l'ont montré lord Rayleigh et D. Berthelot, le poids moléculaire du gaz étudié.

En faisant ce calcul au moyen des densités ci-dessus, et en prenant pour poids du litre d'oxygène sous 760^{mm} 1,4290 gr., on arrive, pour le poids moléculaire de l'anhydride sulfureux, au chiffre 64,01 ; d'où le poids atomique du soufre, S = 32,01.

M. le prof. O. BILLETER (Neuchâtel) communique ses observations sur l'*autoxydation des dialcoylxanthogénamides*. Il avait précédemment montré, avec MM. H. Rivier et A. Maret, que les dithiobiurets persubstitués portant un alcoyle à l'azote central, ne se retransforment pas, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, en leurs isomères, les pseudodithiobiurets, qui leur avaient donné naissance, comme le font leurs congénères aromatiques, mais qu'ils subissent une décomposition profonde. Le diméthyldiéthylphényldithiobiuret, par exemple, fournit du chlorhydrate d'éthylaniline et de l'éthylsénévol ; on devait s'attendre à obtenir, comme troisième produit de décomposition, du chlorure diméthylthiocarbamique, conformément à l'équation :

$$\begin{matrix} S : C \begin{matrix} \diagup N.\ C_2H_5.\ C_6H_5 \\ \diagdown N.\ C_2H_5 \end{matrix} \\ S : C \diagdown N\ (CH_3)_2 \end{matrix} + HCl = \begin{matrix} NH.\ C_6H_5.\ C_2H_5 + \\ SCN.\ C_2H_5 + \\ SCClN\ (CH_3)_2 \end{matrix}$$

A sa place on obtint un liquide incolore, bouillant à 82°.6 sous 10^{mm} de pression, se solidifiant à basse température et fondant à 13°. Ce liquide possède la

propriété d'émettre à l'air humide d'épaisses fumées, dont l'odeur rappelle celle du phosphore.

L'étude de ce corps, entreprise avec M. H. Berthoud, a montré qu'il constitue la *diméthylxanthogénamide*, $SC.OC_2H_5.N(CH_3)_2$, et qu'il prend naissance par l'action de l'alcool contenu dans le chloroforme employé comme dissolvant, sur le chlorure diméthylthiocarbamique. Ce fait a été confirmé par la synthèse.

Les fumées qu'il répand sont le résultat d'une autoxydation qui, lente à l'air, s'accomplit rapidement en présence de magnésie ou de soude. Le soufre du corps autoxydable est remplacé quantitativement par de l'oxygène ; il se forme du diméthyluréthane, $CO.OC_2H_5.N(CH_3)_2$, tandis que le soufre passe à l'état de sulfate, de sulfite et de thiosulfate. Ce dernier doit être considéré comme le produit primaire de la réaction, laquelle exige deux atomes d'oxygène pour une molécule de thiuréthane, selon l'équation :

$$2\ SC.\ OC_2H_5.\ N(CH_3)_2 + 2O_2 + Na_2O =$$
$$2\ OC.\ OC_2H_5.\ N(CH_3)_2 + Na_2S_2O_3$$

On peut admettre, conformément à la théorie actuelle des autoxydations, qu'il y a d'abord addition d'une molécule d'oxygène, avec formation du peroxyde instable $O_2S:C.OC_2H_5.N(CH_3)_2$ et que celui-ci se dédouble aussitôt en $OC.OC_2H_5.N(CH_3)_2$ et monoxyde de soufre SO ; ce dernier s'unit en partie à l'alcali sous forme de thiosulfate, le reste s'oxyde en donnant du sulfite et du sulfate.

La titration de l'acide sulfureux en présence de l'acide thiosulfurique a été effectuée au moyen d'une

solution titrée de disulfure de sodium dont la décoloration indique la fin de la réaction :

$$Na_2SO_3+Na_2S_2 = Na_2S_2\ O_3+Na_2S$$

Après élimination du sulfure par l'acide acétique, le thiosulfate total est titré par l'iode et le thiosulfate primitif calculé par différence.

La totalité du thiosulfate se trouve, du reste, dans la solution unie à une quantité équivalente de sulfite sous la forme du sel d'un anhydride mixte, $Na_2S_3O_5$. En effet, l'iode agit sur la solution primitive d'après l'équation :

$$Na_2S_3O_5+2\ I+H_2O = Na_2S_3O_6+2\ HI$$

tandis qu'un simple mélange de sulfite et de thiosulfate se comporte à la titration comme tel. Le changement du titre alcalimétrique est d'accord avec cette interprétation.

Les homologues aliphatiques de la diméthylxanthogénamide se comportent de même, les supérieurs cependant s'oxydent plus lentement. Par contre, aucun des nombreux autres dérivés des acides thiocarboniques qui ont été soumis aux mêmes expériences n'a présenté le moindre indice d'autoxydation.

M. le prof. Amé Pictet (Genève) parle de la *constitution de la strychnine*, en se basant sur les résultats d'un travail qu'il a entrepris avec Mlle A. Geleznoff. Les auteurs ont pris comme point de départ le strychnol (acide strychnique de Tafel), que l'on obtient en traitant la strychnine par l'éthylate de sodium. Lorsqu'on chauffe ce dérivé avec une solution d'eau oxygénée à

13 %, il se dissout tout d'abord, puis le liquide se trouble de nouveau et laisse déposer des flocons jaune pâle. La solution filtrée renferme une autre substance très soluble, qui reste après évaporation sous la forme d'une masse spongieuse.

Les deux produits ainsi obtenus sont des acides. Le corps insoluble, purifié par cristallisation dans l'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique ou sulfurique, fournit à l'analyse des chiffres qui conduisent à la formule $C_{10}H_9NO_4+2H_2O$. La composition de ses sels d'argent et de cuivre montre qu'il est bibasique, soit $C_8H_7N(COOH)_2$. Il donne par l'action de l'acide nitrique fumant un dérivé mononitré $C_8H_6N(NO_2)(COOH)_2$. Le permanganate le transforme en acide oxalique. Par distillation avec la poudre de zinc il fournit de l'indol, par distillation avec la chaux une huile à odeur de quinoléine, qui est peut-être le dihydro-indol encore inconnu. L'acide insoluble est donc probablement un acide dihydro-indol-dicarbonique.

Quant à l'acide soluble dans l'eau, il n'a pu encore être isolé à l'état de pureté, mais l'analyse de ses sels d'argent et de baryum, ainsi que celle de son picrate, montrent qu'il est également bibasique et que sa composition répond à la formule $C_4H_7N(COOH)_2$. Distillé sur la poudre de zinc, il donne du pyrrol. Son sel de calcium, chauffé avec de la chaux vive, fournit une base liquide très volatile, qui a pu être identifiée avec la pyrrolidine. L'acide soluble est donc très probablement un acide pyrrolidine-dicarbonique.

Il résulte de ces observations que les deux atomes d'azote de la strychnine font partie, l'un d'un noyau d'hydrindol, l'autre d'un noyau de pyrrolidine.

M. le prof. Ed. SCHÆR (Strasbourg) rappelle les observations qu'il avait présentées l'année dernière à Locarno sur la liqueur de Fehling et sur l'exaltation du pouvoir oxydant de certains sels métalliques qui est provoquée par de faibles quantités d'alcalis, principalement dans les *réactions des sucres et du biuret.* Il a voulu rechercher jusqu'à quel point cette faculté activante appartient à d'autres substances moins fortement basiques, de nature inorganique ou organique. Les essais qui ont été faits sous ce rapport, dans son laboratoire, par M. E. Feder, ont donné les résultats suivants :

Le tartrate de cuivre est réduit de la façon la plus nette par le glucose en présence de très faibles quantités de certains alcaloïdes végétaux (conicine, nicotine, atropine, cocaïne, vératrine, morphine) ou d'autres bases organiques (pipéridine, éthylamine, névrine, etc.).

Dans la réaction de Böttger (nitrate de bismuth), il y a également réduction de l'oxyde métallique lorsque l'alcali minéral est remplacé par l'atropine, la brucine, l'aconitine ou la morphine.

En revanche, ces mêmes bases végétales se sont montrées indifférentes vis-à-vis de la solution de Knepp (cyanure de mercure) et de celle de Sachse (iodure de mercure). Dans ces deux cas la présence de l'alcali minéral est nécessaire.

La transformation de l'indigo bleu en indigo blanc par le glucose en solution alcaline a lieu lorsque l'alcali est remplacé par certaines bases organiques faibles (atropine, morphine, cocaïne, vératrine, strychnine), ou même très faibles comme la caféine.

Dans la réaction du biuret, on peut aussi faire usage

de plusieurs alcaloïdes, tels que la conicine, l'atropine et la vératrine. Il semble alors se former des composés complexes analogues à ceux que Schiff a constaté prendre naissance par combinaison du biuret avec l'oxyde de cuivre et la potasse, mais dans lesquels la potasse est remplacée par la base organique. Bien que ces corps soient cristallisés, on n'a pu cependant réussir jusqu'ici à les obtenir dans un état de pureté suffisant pour l'analyse.

Ces faits permettent d'espérer que l'on pourra utiliser quelques-unes des réactions ci-dessus pour reconnaître, par exemple dans l'urine ou dans d'autres liquides de l'organisme, la présence de petites quantités de produits basiques d'origine pathologique.

M. le prof. H. Rupe (Bâle) expose les résultats de ses recherches sur la *réduction des cétones non saturées*. Nous n'avons pas reçu le résumé de cette communication.

M. le Dr P. Pfeiffer (Zurich) a préparé quelques nouveaux *sels aquochromiques*. Entre les sels de chrome hydratés de la formule $[Cr(OH_2)_6]X_3$ et les véritables chromiaques $[Cr.a_6]X_3$, on ne connaissait jusqu'ici, en fait de composés intermédiaires, que les termes $[Cr.a_5.OH_2]X_3$ et $[Cr.a_2.(OH_2)_4]X_3$. L'auteur, cherchant à compléter cette série, a réussi à obtenir un représentant des sels de chromodiaquotétramine $(Cr.a_4.(OH_2)_2]X_3$. Il a préparé, par plusieurs méthodes différentes, le bromure

$$[Cr.\ en_2.\ (OH_2)_2]\ Br_3 + 1,5\ H_2O$$ [1]

[1] en = éthylène-diamine.

Ce sel est de couleur orangée ; ses propriétés sont telles qu'on pouvait les prévoir d'après sa place dans la série. Conformément à sa teneur relativement élevée en amine, il se rapproche davantage des sels d'hexamine et d'aquopentamine que des sels de tétraquodiamine et des sels hexaquochromiques. Ainsi il donne avec la pyridine et l'alcool un bromure basique, soluble en rouge dans l'eau et possédant la formule :

$$[Cr.\ en_2.\ (OH_2)\ (OH)]\ Br_2$$

Or, on sait que les sels d'aquopentamine se comportent semblablement vis-à-vis des bases, tandis que les sels de tétraquodiamine fournissent des précipités cristallins, de couleur vert grisâtre ou violet grisâtre, qui rappellent beaucoup ceux que l'on obtient à partir des sels de chrome ordinaires.

A côté de ce sel orangé, auquel on peut donner la formule empirique $CrBr_3 + 2en + 3,5H_2O$, M. Pfeiffer en a préparé et étudié une autre, de la formule $CrBr_3 + 2en + H_2O$. Celui-ci possède une couleur rouge bordeaux ; il se distingue du premier par le fait que deux de ses atomes de brome seulement ont le caractère de ions. Comme, d'autre part, la molécule d'eau ne peut être éliminée sans que cela entraîne un changement complet de la nature chimique du corps, la formule de constitution de ce sel doit être :

$$[Cr.\ en_2.\ (OH_2)\ Br]\ Br_2$$

Chauffé à 80-100°, il se convertit en un sel anhydre violet, qui est

$$[Cr.\ en_2.\ Br_2]\ Br.$$

Le corps $CrBr_3 + 2en$ existe donc sous une forme

anhydre violette et deux formes hydratées, l'une rouge et l'autre orangée. Ces trois formes se distinguent nettement par leurs propriétés, et les différences qu'ils présentent peuvent s'expliquer par des formules de constitution.

Il est à remarquer, en outre, que l'on a pu préparer un chlorure $CrCl_3 + 2en + H_2O$, correspondant par sa composition au bromure rouge ci-dessus, mais en différant entièrement par sa constitution. Dans ce chlorure, qui est violet, il n'y a qu'un atome de chlore qui joue le rôle d'un ion et qui se laisse remplacer par d'autres radicaux acides; les sels qui prennent ainsi naissance par double décomposition sont souvent anhydres; le chlorure lui-même peut être déshydraté sans que le caractère chimique du composé soit modifié, ce qui n'est pas le cas du bromure. Il faut en conclure que le mode de liaison de la molécule d'eau n'est pas la même dans les deux sels, et que le chlorure possède la formule constitutionnelle :

$$[Cr.\ en_2.\ Cl_2]\ Cl + H_2O$$

Il appartient à la même série que le bromure anhydre.

Dans la seconde assemblée générale, M. le prof. Ed. Schær (Strasbourg) a fait une conférence sur les *phénomènes d'oxydation spontanée et interne.*

On sait que les ferments oxydants (oxydases) ont été signalés pour la première fois, il y a bientôt 50 ans, par Schönbein, de Bâle ; ils sont redevenus récemment l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels il faut mentionner ceux de MM. Chodat et Bach, de Genève,

relatifs au rôle qu'ils jouent dans les tissus vivants des plantes.

A côté des phénomènes provoqués par ces ferments, on peut distinguer trois autres catégories d'oxydations :

1° Celles qui sont dues aux agents oxydants proprement dits, qui, directement ou indirectement (avec le concours de l'eau) cèdent de l'oxygène à la substance oxydable.

2° Les autoxydations, dans lesquelles la substance oxydable absorbe directement de l'oxygène, celui-ci devant être, dans beaucoup de cas, préalablement rendu actif.

3° Les oxydations internes ou intramoléculaires, où l'on voit un composé chimique renfermant de l'oxygène faiblement lié se transformer en un autre composé par le fait que cet oxygène entre dans une combinaison plus intime avec les autres éléments de la molécule.

Le conférencier s'attache principalement aux phénomènes de ces deux dernières catégories ; ce sont eux, en effet, qui présentent actuellement le plus d'intérêt, étant donné le rôle considérable qu'ils jouent en chimie physiologique. Il expose les conditions essentielles auxquelles ils sont liés, en s'appuyant sur l'exemple de deux composés organiques, le pyrogallol $C_6H_6O_3$ et la quinone $C_6H_4O_2$. Quoique proches parents par leur constitution chimique, ces deux corps présentent de grandes différences dans leurs réactions. Le premier est le représentant typique des corps autoxydables, le second réunit en lui le triple caractère d'un peroxyde, d'une substance susceptible de combustion intramoléculaire et d'un corps autoxydable.

En terminant, M. Schær relate quelques observa-

tions récentes faites dans son laboratoire, desquelles il résulte que plusieurs substances organiques faiblement basiques, telles que les bases xanthiques, les ptomaïnes, certains alcaloïdes végétaux, peuvent, même à faible dose, remplacer les alcalis minéraux dans tous les cas bien connus où ceux-ci favorisent ou accélèrent les phénomènes d'autoxydation et de combustion interne. Ce fait semble être d'une haute importance pour l'interprétation de certaines réactions appartenant au domaine de la chimie biologique.

COMPTE RENDU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 5 février 1904.

H. Schardt. Les eaux du tunnel du Simplon. — A. Mathey-Dupraz. Le développement des bois chez les cervins.

M. H. Schardt, professeur, parle des *eaux du tunnel du Simplon*. Il donne comme introduction un aperçu sur les transformations successives qu'a subi le profil du massif du Simplon, au cours des recherches faites par les divers géologues (voir *Archives*, Genève t. XVe p. 446, 1893) et aborde ensuite le problème de l'hydrologie de cette montagne.

M. Schardt montre comment par la détermination de la dureté, degré hydrotimétrique, on constate que la composition des sources se modifie, en accord avec les variations de la nature géologique des terrains. A l'approche des terrains triasiques, la teneur en gypse a toujours augmenté. Il signale en particulier un certain groupe de sources jaillissant des schistes cristallins qui sont presque privées de carbonates ou sulfates terreux et contiennent par contre jusqu'à 0,5 gr. de sels alcalins et de silice.

Le problème de l'origine des grandes venues d'eau du côté sud, entre le 3800 km. et 4420 km. est arrivé aujourd'hui à une solution quasi définitive. Contrairement aux pronostics formulés il y a deux ans, ces sources ne se sont pas réduites dans la mesure attendue. L'explication en est fournie par la constatation que le champ collecteur de ces cours d'eau souterrains est bien plus grand qu'on

ne pouvait le supposer alors. Au lieu d'une superficie de 3 km^2, c'est une étendue de 12 km^2 environ qui représente le champ nourricier de ces sources. Cela est démontré par le tarissement, soit immédiat, soit lent et graduel, de plusieurs sources ou groupes de sources, non-seulement dans la vallée de la Cairasca, à deux ou trois km. au N.-E. du tunnel, mais aussi dans la région d'Alpien, à plus de 7 km. au S-O de l'axe du souterrain ! Cette surface collectrice n'est cependant pas capable de fournir la totalité des eaux pénétrant dans le tunnel, dont le débit moyen n'est pas loin de 1000 lit. par seconde. La pluie reçue et absorbée par cette surface ne représente que les 60 % environ du total du débit des sources. De nouveaux essais de coloration, pratiqués à trois reprises sur la Cairasca, ont prouvé que l'eau de ce torrent pénètre dans le tunnel aux hautes eaux et aux eaux moyennes et qu'aux très basses eaux, elle coule par contre dans un lit tout à fait étanche. D'après l'intensité de la coloration, la perte du torrent aux eaux moyennes représente environ $^1/_{40}$ du volume de celui-ci ; ces mêmes essais ont aussi influencé chaque fois les sources de Gebbo, lesquelles, quoique sortant du même banc que les eaux du tunnel, à 450 m. au dessus de celui-ci, n'ont pas encore tari. Il y a donc une relation entre le torrent et ces sources et probablement aussi entre les cours souterrains et celles-ci et les eaux du tunnel. Les voies par lesquelles l'eau de la Cairasca peut pénétrer dans le tunnel, sont précisément les canaux par lesquels les sources captées par celui-ci se déversaient auparavant dans cette rivière. Aux très basses eaux ces canaux ne sont pas atteints par le torrent. La température très froide de ces eaux a produit un abaissement considérable de la chaleur souterraine, ce qui ressort des courbes isogéothermes du profil construit à cet effet. Il y a dans cette région aquifère une association de filons d'eaux chaudes et d'eaux froides, les unes très gypseuses, les autres pas du tout. Ils s'influencent mutuellement, soit d'une manière permanente, soit temporairement, au cours des variations du volume des grandes sources. Cette variation ne pré-

sente qu'une seule période annuelle de crues, de mai à juillet et de décrue, d'août à fin avril. La crue coïncide donc avec la fonte des neiges dans le champ collecteur et constitue une accumulation d'eau dans les cavités souterraines qui se vidangent pendant 9 mois. Les variations des précipitations atmosphériques sont sans influence appréciable sur le débit des sources dans le tunnel. La crue de celle-ci est donc due à l'augmentation de la charge (crue piézométrique); elle est accompagnée d'une baisse de température et du degré hydrotimétrique. La quantité de gypse dissoute dans les eaux, tant froides que chaudes, représente un volume tout à fait surprenant, car il se chiffre par bien des milliers de tonnes. Il est à remarquer que la pénétration de l'eau colorée de la Cairasca, a influencé toutes les sources, autant les gypseuses que les non-gypseuses et cela dans toute la longueur de la zone aquifère dans le tunnel. Ce fait montre que les canaux, aujourd'hui parcourus par des eaux fort différentes, communiquent ensemble et leur contenu pouvait se mélanger, lorsque les fissures et cavités qui parcourent la montagne, étaient encore pleines d'eau jusqu'au niveau des plus basses des sources taries (650 m. au-dessus du niveau du tunnel).

M. A. Mathey-Dupraz, prof., présente une communication, avec démonstrations, sur *le développement des bois chez les cervins.*

Séance du 19 février.

R. Weber. Visite à la station terminale de la ligne télégraphique Lisbonne-Brésil, à Carcavellos. — L. Gaberel. Surface de Riemann de la fonction $\zeta = \arcsin z$.

M. R. Weber, prof., rend compte d'une visite à la station terminale de la ligne télégraphique Lisbonne-Brésil, à Carcavellos, et décrit les appareils employés pour la télégraphie sous-marine.

M. L. Gaberel, prof., présente un travail intitulé : *Surface de Riemann de la fonction* $\zeta = \arcsin z$.

On sait que la surface de Riemann de la fonction $\zeta =$ arc sin z doit être composée d'une infinité de couples de feuillets, ce qui résulte de la double infinité de déterminations correspondant à la formule

$$\zeta = \frac{1}{i} \log \left(zi + \sqrt{1 - z^{2}} \right)$$

Je représenterai le système de déterminations relatif au signe + par ζ_+ et le système relatif au signe — par ζ_-. En sorte que si l'on met en évidence le module de périodicité $2\pi i$ du logarithme, on aura pour définir les deux systèmes :

$$\zeta_+ = \frac{1}{i} \log \left(zi + \sqrt{1 - z^{2}} \right) + 2n\pi$$

$$\zeta_- = \frac{1}{i} \log \left(zi - \sqrt{1 - z^{2}} \right) + 2n\pi,$$

n désignant un nombre entier quelconque positif ou négatif.

On sait d'ailleurs que si ζ_+' représente une valeur particulière quelconque du premier système, on peut toujours trouver une détermination ζ_-' du deuxième telle qu'on ait

$$\zeta_-' = \pi - \zeta_+'.$$

Les deux systèmes pourront donc être rapportés à une détermination particulière du premier système comme suit :

$$\zeta_+ = \zeta_+' + 2n\pi \qquad \zeta_- = (2n + 1)\,\pi - \zeta_+'.$$

Pour simplifier la notation, j'appellerai ζ_0 une détermination du premier système que je ferai correspondre à $n = 0$, ce qui revient simplement à poser $\zeta_+' = \zeta_0$. Les déterminations des deux systèmes pourront dès lors être mises en correspondance de la manière suivante :

Système ζ_+	Système ζ_-
ζ_0	$\pi - \zeta_0$
$\zeta_0 + 2\pi$	$3\pi - \zeta_0$
$\zeta_0 + 4\pi$	$5\pi - \zeta_0$
. . . .	

et

$$\begin{array}{ll} \zeta_0 - 2\pi \ \ldots\ldots\ldots & -\pi - \zeta_0 \\ \zeta_0 - 4\pi \ \ldots\ldots\ldots & -3\pi - \zeta_0 \\ \zeta_0 - 6\pi \ \ldots\ldots\ldots & -5\pi - \zeta_0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots & \end{array}$$

La surface de Riemann doit être composée d'une infinité de feuillets superposés qu'on peut imaginer numérotés positivement et négativement à partir de l'un quelconque d'entre eux pris pour feuillet origine ou *zéro*.

La fonction $\zeta = \text{arc sin } z$ a deux points de ramification, savoir -1 et $+1$, autour desquels se permutent deux à deux les déterminations du premier système avec celles du second.

De plus, $\zeta = \text{arc sin } z$ a deux points critiques à l'∞. Ces points peuvent être censés situés respectivement dans chacnn des deux feuillets de la surface représentative de la fonction

$$\zeta' = zi + \sqrt{1 - z^{2'}}.$$

Autour de ces points ∞, c'est-à-dire lorsque z décrit une courbe fermée au tour de $+1$ et -1 dans l'un ou l'autre de ces deux feuillets, les déterminations d'un même système passent l'une dans la suivante.

L'infinité de feuillets de la surface de Riemann pourra être considérée comme une infinité de doubles feuillets identiques à ceux de la surface de

$$\zeta^1 - zi \pm \sqrt{1 - z^{2'}}.$$

On coupera l'infinité de doubles feuillets d'abord de -1 à $+1$. On coupera ensuite cette même infinité de doubles feuillets entre les points infinis, et comme à cet effet il faudra passer d'un feuillet dans le suivant, on effectuera cette coupure transversalement à la ligne de passage -1 à $+1$. Le plus simple sera de faire la deuxième section tout le long de l'axe imaginaire, une première partie étant faite dans l'un des feuillets au-dessus de la ligne -1 à $+1$ jusqu'à celle-ci, l'autre partie étant faite à partir de cette ligne et au-dessous dans l'autre feuillet.

Il n'y a nul inconvénient à placer les dessins des coupes de quelques feuillets précisément sur les lignes de passage correspondantes. Figurons sur le feuillet origine le point de la surface de Riemann auquel on fait correspondre la valeur ζ_0 et écrivons ζ_0 à côté de ce point et les autres déterminations à côté des autres points superposés. On aura une figure qui sera en même temps un plan et une coupe et dans laquelle on n'a pas encore établi la connexion des feuillets à travers les lignes de passage.

Il s'agit d'établir cette connexion. A cet effet, il faudra tenir compte des propriétés suivantes :

1° Un lacet autour de $+ 1$ fait passer

$$\zeta_0 \text{ en } \pi - \zeta_0 \text{ et } \pi - \xi_0 \text{ en } \zeta_0$$
$$\zeta_0 + 2\pi \text{ en } 2\pi - \zeta_0 \text{ et } \pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 + 2\pi$$

etc ;

2° Un lacet autour de $- 1$ fait passer.

$$\zeta_0 \text{ en } - \pi - \zeta_0 \text{ et } - \pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0$$
$$\zeta_0 + 2\pi \text{ en } \pi - \zeta_0 \text{ et } \pi - \zeta_0 \text{ en } \zeta_0 + 2\pi$$
$$\zeta_0 - 2\pi \text{ en } - 3\pi - \zeta_0 \text{ et } - 3\pi - \xi_0 \text{ en } \zeta_0 - 2\pi$$

etc.

3° Une courbe apparemment fermée autour de $+ 1$ puis de $- 1$ fait passer

$$\zeta_0 \text{ en } \zeta_0 + 2\pi \text{ et } \zeta_0 + 2\pi \text{ en } \zeta_0 + 4\pi$$
$$\zeta_0 + 4\pi \text{ en } \zeta_0 + 6\pi, \text{ etc.},$$

et

$$\pi - \zeta_0 \text{ en } - \pi - \zeta_0 \text{ et } - \pi - \zeta_0 \text{ en } - 3\pi - \zeta_0$$

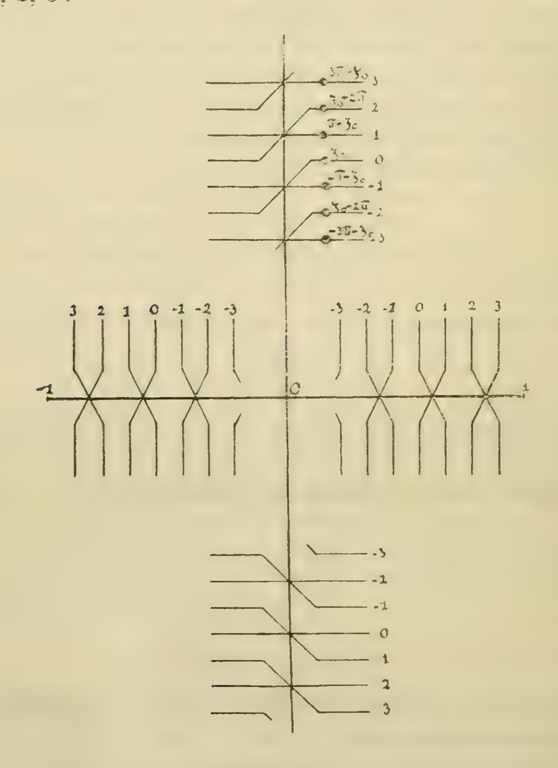
Pour que ces conditions soient réalisées, on établira la connexion comme suit :

1° *A travers la ligne de passage de* $- 1$ à $+ 1$: on reliera les feuillets 0 et 1 en croisant, de même pour les couples 2 et 3, 3 et 4... — 1 et — 2, — 3 et — 4, etc.

2° *A travers la coupure le long de l'axe imaginaire;* on reliera *au-dessus de l'axe réel* et en franchissant la coupure dans le sens des x négatifs, les feuillets pairs 0 et —2, — 2 et — 4, — 4 et — 6... 2 et 0, 4 et 2, etc. ; *au-dessous de l'axe réel*, on reliera les feuillets impairs dans le même

sens des n négatifs 1 à — 1, — 1 à — 3, etc. Les feuillets non reliés à d'autres se continuent par eux-mêmes à travers la coupure.

Voici quel sera l'aspect du plan-coupe de la surface de Riemann avec l'indication des 7 feuillets — 3, — 2, — 1, 0, 1, 2, 3 :



Séance du 4 mars.

H. Schardt. Géologie de la montagne de Diesse et du vallon du Jorat. — H. Stroele. La question d'une langue internationale et l'Espéranto.

M. Schardt rend compte de plusieurs observations concernant la *Géologie de la montagne de Diesse et du vallon*

du Jorat, entre Lamboing et Orvin. Ce synclinal à aspect très évasé, est couvert d'un épais manteau de moraine, avec forte prédominance de matériaux jurassiens, ce qui ne laisse guère affleurer sur de grandes surfaces les terrains crétaciques et tertiaires qui en forment le noyau. Aux Vieilles Roches, près Lignières, se voit une carrière dans le Valangien inférieur. On voit à découvert, au-dessous de celui-ci, le Purbeckien malheureusement sans fossiles. Or, dans la masse purbeckienne gît un bloc de calcaire valangien. Cela ne peut s'expliquer que par un glissement parallèlement aux bancs ayant écorché la couverture valangienne et entraîné un fragment de cette roche qui fut emportée dans la masse purbeckienne; formant la « graisse » du glissement.

Dans l'une des deux petites carrières, ouvertes également dans le Valangien inférieur aux Sagneules près de Prêles, se voit une faille oblique aux couches qui produit la répétition dans le profil de la même couche marno-calcaire. Pourtant les terrains ne paraissent pas fortement tourmentés et plongent faiblement au NW, comme aux Vieilles Roches. L'explication de ces poussées est donnée par la situation du Valangien inférieur près de la Scierie de Lamboing. Ici, ce terrain se trouve environ 80 m. plus bas qu'aux Sagneules et plonge aussi au NW. La disposition du Kimmeridgien et du Portlandien à l'entrée amont de la gorge du ruisseau de Douanne atteste positivement qu'il y a là *renversement du pli de la chaîne du Lac* et que le Valangien de Prêles doit se relier à la continuation horizontale de celui de la Scierie de Lamboing par un flanc moyen renversé, formant un contour en Z.

Le rétrécissement subit du vaste synclinal de Diesse vers le vallon du Jorat, avec apparition de marnes tertiaires grises et de grès mollassiques, accompagné d'un bouleversement considérable du Néocomien, fait penser qu'à cet endroit le fond du synclinal proprement dit existe relativement assez large dans la profondeur et que ce rétrécissement n'en est qu'une partie supérieure écrasée par le rapprochement des plis à flancs renversés du

Spitzberg et de la chaîne du Lac. Le profil du synclinal aurait donc ici la forme d'une urne. Sur toute la longueur entre le Jorat et la vallée d'Ovin, on retrouve toute une succession d'affleurements de Tertiaire. Dans la partie basse, celui-ci est formé de marnes argileuses très rouges reposant sur le Hauterivien. Donc l'Urgonien paraît manquer. Près de Charjus d'importants dépôts glaciaires avec matériaux jurassiens revêtent de nouveau presque tout le fond du synclinal. Entre la Praise et le Charjus le Tertiaire a pu être reconnu sur plus de 3 km. de longueur.

M. H. Strœle présente une communication sur *la question d'une langue scientifique internationale et l'Espéranto.*

Séance du 18 mars.

H. Schardt. Le Néocomien et la tectonique des environs de Couvet. — L. Rollier. Sur les relations du Sidérolithique avec le Hils et l'Albien. — L. Isely. Notice nécrologique sur G. Salmon. — H. Schardt. Relations entre les emposieux de la vallée de la Brévine et la source de l'Areuse.

M. Schardt communique divers détails sur le *Néocomien et la tectonique des environs de Couvet.* Entre le vallon des Sagnettes et Couvet la route de la Brévine permet de se rendre très bien compte de la superposition et surtout de la disposition des couches du Néocomien. Près de Plancemont existe un anticlinal formé par le Valangien ; on observe au-dessous de ce village, entre le calcaire limoniteux et le marbre bâtard, une zone marno-calcaire fossilifère qui représente le niveau d'Arzier. L'anticlinal encore fermé par le Valangien à Plancemont, laisse percer déjà dans le ravin du Sucre le Portlandien qui s'élève rapidement du côté NE de cette gorge pour former l'anticlinal jurassique double du Crêt de Travers qui devient apparemment plus loin le Solmont. Entre cet anticlinal et celui du Malmont se place un synclinal de Néocomien, où les couches sont très repliées. Il forme du côté SW du Sucre les rochers de « Dessus la Prise » et de l'autre les

Monts de Couvet. La voûte du Malmont butte par un pli faille contre ce synclinal. L'Urgonien de celui-ci supporte près du Chablais le Kimmeridgien du Malmont. Ainsi sur une coupe transversale, tracée parallèlement au vallon du Sucre, le synclinal du val de Travers se présente bordé par deux plis failles ayant joué en sens inverse, vers le synclinal. Il semble aussi d'après les relations du pli du Crêt de Travers avec le Solmont-Tourne, que le synclinal des Ponts se détache du grand synclinal du Val de Travers sur la ligne Prise-Sèche sur Plancemont — Monts de Couvet — Combe Pellaton et les Emposieux. Mais le remplissage néocomien est interrompu entre les Monts de Couvet et ces deux derniers points.

M. M. de Tribolet donne lecture d'un travail de M. L. Rollier, prof. *Sur les relations du Sidérolithique avec le Hils et l'Albien.* Ces relations établies pour les sables vitrifiables par la présence de fossiles néocomiens (hauteriviens) dans les poches de Longeau (Lengnau), d'après d'anciennes trouvailles, viennent d'être rendues plus probables encore par la découverte d'une douzaine d'espèces de fossiles des marnes néocomiennes et du calcaire grumeleux sus-jacent dans une poche de bolus et de sables réfractaires du Sidérolitique normal au Fuet (Jura bernois). Ces fossiles gisent avec des fragments de roches valangiennes, néocomiennes corrodés et décomposés dans les bolus sidérolithiques qui entourent ou remplacent par nids les sables vitrifiables. Un petit lambeau de calcaire néocomien à *Ostrea (Exogyra) Couloni* et *Placenticeras clypeiforme* est en outre inclus dans ces matériaux qui ont livré aussi des fragments de roches albiennes avec *Inoceramus concentricus*. Nul doute dès lors que les étages infracrétaciques (le Hils) et même l'Albien avec ses marnes pyriteuses n'aient livré par oxydation et lisciviation durant la période éocène une grande partie des matériaux sidérolithiques, les bolus, la limonite et même les sables vitrifiables. On trouve dans la sablière même du Fuet, comme aussi dans celles de Souboz près de Mou-

tier, des veines où les sables vitrifiables renferment de petits galets de quartz hyalin ou rosé, comme ceux que l'on rencontre dans l'Albien de plusieurs localités du Jura.

M. L. Isely, prof., présente une notice nécrologique sur le mathématicien irlandais Georges Salmon, décédé le 22 janvier 1904.

M. Schardt rappelle qu'il y a plusieurs années, en 1900 et 1901, il a procédé à des essais de coloration avec de la fluorescéine, tendant à démontrer les *relations entre les emposieux disséminés dans la vallée de la Brévine et la source de l'Areuse*, près de St-Sulpice (Val de Travers). Ces essais pratiqués sur les emposieux du lac des Tallières, de l'Annetaz et du village de la Brévine ont fourni un résultat absolument positif. L'eau qui s'engouffre dans ces entonnoirs, se mélange au cours souterrain de l'Areuse. Deux nouveaux essais viennent d'être faits. L'un (le 7 mars) a eu pour objet le ruisseau de la Scierie des Verrières; la fluorescéine a apparu à la source de l'Areuse au bout de 62 heures, avec une grande intensité. Le second a été pratiqué sur l'emposieux dit du Moulinet, près du Petit Cachot, à l'extrémité NE du synclinal de la Brévine (15 mars). La fluorescéine vient de se montrer à la Source de l'Areuse ce jour même le 18 mars, au bout de 67 heures, bien que la distance entre cet emposieux et la Source soit en ligne droite de 13 kilomètres, et de plus 15 kilomètres, en suivant le parcours présumé du cours d'eau souterrain. La rapidité du trajet, comparé à la lenteur de la transmission lors des précédents essais (l'essai du lac des Taillieres, km. 6,500, a exigé 13 jours) s'explique par le fait que ces deux nouveaux essais ont été faits au moment de la crue du cours d'eau souterrains, provoquée par la fonte de la neige, tandis que les autres essais ont été faits au moment des basses eaux, avant ou après la fonte de la neige. Il est aujourd'hui démontré que le champ collecteur de la Source de l'Areuse s'étend sur tout le synclinal de la Brévine et les plateaux voisins, ainsi que sur celui des

Verrières et une partie des Monts des Verrières. Un compte rendu détaillé de ces essais paraîtra dans le *Bulletin*. Les membres de la Société qui voudront constater *de visu* la présence de la fluorescéine dans l'eau de l'Areuse, pourront le faire encore, car la coloration se maintiendra certainement jusqu'au samedi soir.

Séance du 15 avril.

O. Fuhrmann. La parthénogénèse expérimentale et la mérogonie. — E. Le Grand Roy. Cause des énergies attractives.

M. O. Fuhrmann, prof. entretient la Société des recherches récentes sur *la parthénogénèse expérimentale et la mérogonie.*

M. E. Le Grand Roy, prof., rend compte d'un ouvrage récent, ayant pour auteur M. Despaux, ingénieur, et pour titre : *Cause des énergies attractives.*

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 19 mai 1904.

C. Græbe et M. Suter. Produits d'oxydation du pyrogallol. — H. Decker et T. Hock. Benzylidène-N-méthyldihydroacridine.— F. Ullmann et C. Schlaepfer. Tétraphényl- et hexaphényl-p-xylènes. — F. Ullmann et G. Engi. Dérivés du diphénylxanthène.

M. le prof. Græbe entretient la Société de l'*oxydation du pyrogallol* et de la constitution des *hexaoxybiphnényles* qui en dérivent, d'après des recherches qu'il a faites avec M. M. Suter.

M. H. Decker a étudié avec M. T. Hock l'action des alcalis sur l'iodométhylate de *mésobenzylacridine*. Cette action donne naissance, probablement par l'intermédiaire du carbinol, à une base tertiaire non saturée, la *benzylidène-N-méthyldihydroacridine* (p[t] de fus. 141°) :

$$\begin{array}{c} CH_2.C_6H_5 \\ | \\ C_6H_4 \left\langle \begin{array}{c} C \\ | \\ N \end{array} \right\rangle C_6H_4 \\ \diagup \quad \diagdown \\ I \qquad CH_3 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} HO \quad CH^2.C^6H^5 \\ \diagdown \; \diagup \\ C^6H^4 \left\langle \begin{array}{c} C \\ \\ N \end{array} \right\rangle C_6H_4 \\ | \\ CH_3 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} CH.C_6H_5 \\ \| \\ C_6H_4 \left\langle \begin{array}{c} C \\ \\ N \end{array} \right\rangle C_6H_4 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

La base benzylidénique régénère au contact des acides les sels quaternaires de benzylacridine. L'oxygène de l'air la dédouble en N-méthylacridone et aldéhyde benzoïque. Ces faits montrent une complète analogie avec ceux qui

avaient été observés chez les dérivés correspondants de la papavérine[1].

M. Decker ajoute qu'il a pu obtenir aussi la benzylidène-méthyldihydroacridine par la méthode de Grignard en partant de la méthylacridone et du chlorure de benzyle.

MM. F. Ullmann et C. Schlaepfer, en traitant le téréphtalate de méthyle par le bromure de phénylmagnésium, ont préparé le *glycol tétraphényl-p-xylylénique* (I). Celui-ci leur a fourni, par réduction au moyen de la poudre de zinc et de l'acide acétique, le *tétraphényl-p-xylène* (II). Ce même glycol, chauffé en solution acétique avec le chlorhydrate d'aniline, a donné le chlorhydrate de *diaminohexaphényl-p-xylène* (III).

I.	II.	III.
OH		$C_6H_4.NH_2$
$C_6H_5.C.C_6H_5$	$C_6H_5.CH.C_6H_5$	$C_6H_5.C.C_6H_5$
C_6H_4	C_6H_4	C_6H_4
$C_6H_5.C.C_6H_5$	$C_6H_5.CH.C_6H_5$	$C_6H_5.C.C_6H_5$
OH		$C_6H_4.NH_2$

MM. F. Ullmann et G. Engi ont observé que le *phénylxanthydrol* (I) se comporte de même vis-à-vis des amines aromatiques. Il donne avec le chlorhydrate d'aniline *l'aminodiphénylxanthène* (II), fusible à 225°, et avec le chlorhydrate de diméthylaniline le *diméthylaminodiphénylxanthène*, fusible à 193°.

HO C_6H_5 — C — O (I.) → $NH_2.C_6H_4$ C_6H_5 — C — O (II.)

[1] *Archives* (4) **17**. 118.

Séance du 9 juin.

A. Pictet et A. Geleznoff. Constitution de la strychnine. — F. Ullmann. Synthèses d'acridines. — C. Weizmann. Dérivés de la naphtacène-quinone. — L. Pelet. Dosage volumétrique des matières colorantes.

M. le prof. Amé Pictet parle de la *constitution de la strychnine*, à propos d'un travail qu'il a entrepris avec Mlle A. Geleznoff. En oxydant le strychnol au moyen de l'eau oxygénée, les auteurs ont obtenu deux acides bibasiques qui paraissent renfermer, l'un le noyau de l'indol, l'autre celui de la pyrrolidine. Ces recherches seront poursuivies.

M. F. Ullmann a effectué, en collaboration avec quelques-uns de ses élèves, plusieurs nouvelles synthèses dans la série de l'acridine :

1. Il se forme des *alcoylaminophénylacridines* lorsqu'on fait agir l'oxychlorure de phosphore sur le mélange d'une acridone et d'une amine aromatique tertiaire. L'acridone et la diméthylaniline fournissent, par exemple, la diméthylaminophénylacridine

$N(CH_3)_2$

C

N

2. On peut facilement préparer des dérivés de la *phénylacridine* à partir de l'acide o-chlorobenzoïque. Soumis à une nitration énergique, celui-ci se convertit en un acide dinitré (I) qui, transformé en chlorure et condensé avec le benzène en présence de chlorure d'aluminium, fournit la chlorodinitrobenzophénone II. Celle-ci échange facilement son chlore contre des restes d'amines aromatiques ; avec l'aniline elle donne, par exemple, la dinitroanilidobenzo-

phénone III. Ce composé, traité enfin par un déshydratant, fournit la dinitrophénylacridine IV :

I. II.

III. IV.

Si, dans les opérations précédentes, on remplace la chlorodinitrobenzophénone par la 2-chloro-4-nitrobenzophénone, on obtient de même la mononitrophénylacridine

3. On a pu préparer deux *naphtacridines* en chauffant les deux o-tolylnaphtylamines avec du soufre, ou mieux encore avec de l'oxyde de plomb :

Ces bases se sont trouvées être identiques avec l'α- et la β-chrysidine que MM. Pictet et Erlich[1] avaient obtenues par condensation pyrogénée des benzylidène-naphtylamines et auxquelles ils avaient attribué une autre constitution.

4. Un bon mode d'obtention des *aminonaphtacridines* consiste enfin à condenser le β-naphtol avec l'anhydroformaldéhyde-aniline et à chauffer le produit, en solution acétique, avec une métadiamine :

$$C_{10}H_7OH + CH_2{=}N{-}C_6H_5 = C_{10}H_6(OH){-}CH_2{-}NH{-}C_6H_5$$

$$C_{10}H_6(OH){-}CH_2{-}NH{-}C_6H_5 + NH_2{-}C_6H_3(CH_3){-}NH_2 + O =$$

$$C_{10}H_6{<}^{CH}_{N}{>}C_6H_2(CH_3)(NH_2) + C_6H_5NH_2 + 2\,H_2O$$

M. C. Weizmann a préparé un certain nombre de *dérivés de la naphtacène-quinone*. Il a pris comme point de départ l'acide α-naphtoylbenzoïque, que l'on obtient par condensation de l'acide phtalique avec l'α-naphtol en présence d'acide borique. Lorsqu'on chauffe cet acide à 160° avec l'acide sulfurique concentré, il se convertit en *oxynaphtacène-quinone :*

$$C_6H_4{<}^{CO-C_{10}H_6OH}_{COOH} = C_6H_4{<}^{CO}_{CO}{>}C_{10}H_5OH + H_2O$$

[1] *Archives* (3) **23**. 552.

L'oxynaphtacène-quinone, traitée par le nitrite de soude et l'acide sulfurique, ou par le peroxyde de manganèse et l'acide sulfurique, ou encore par la potasse en fusion, fournit une *dioxynaphtacène-quinone*,

Celle-ci est identique à l'iso-éthine-diphtalide de MM. Gabriel et Leupold. Elle résiste à toute oxydation ultérieure ; on peut cependant la transformer en une *trioxynaphtacène-quinone* par sulfonation et fusion avec la potasse.

Un autre moyen d'arriver aux dérivés hydroxylés de la naphtacène-quinone consiste à partir des acides oxynaphtoylbenzoïques halogénés. Lorsqu'on chauffe l'acide monochloré ou monobromé avec de l'acide sulfurique concentré, il ne se produit pas une oxynaphtacène-quinone monohalogénée, ainsi qu'on aurait pu s'y attendre, mais l'halogène est remplacé par un hydroxyle, et on obtient une *dioxynaphtacène-quinone*. Celle-ci n'est point identique à la précédente. Elle se laisse convertir par le nitrite de soude et l'acide sulfurique en une *pentaoxynaphtacène-quinone*.

Le pentachlorure de phosphore réagit en solution benzénique sur l'acide oxynaphtoylbenzoïque selon l'équation suivante :

$$C_6H_4 <^{CO - C_{10}H_6OH}_{COOH} + 2\,PCl_5 = C_6H_4 <^{CO - C_{10}H_6Cl}_{COCl} + 2\,POCl_3 + 2\,HCl$$

Le produit, traité par l'eau, fournit un acide chloronaphtoylbenzoïque, que l'acide sulfurique transforme en *chloronaphtacène-quinone*

Dans ce composé, le chlore est mobile et peut être remplacé par un reste d'amine (aniline, p-toluidine, p-naptylamine, etc.). Les corps ainsi formés perdent une molécule d'eau lorsqu'on les chauffe à 180° avec de l'acide sulfurique concentré et se convertissent en colorants jaunes qui appartiennent à la série de l'acridine :

M. le prof. L. Pelet communique les résultats de ses recherches sur le *dosage volumétrique des matières colorantes.* Certains colorants acides, spécialement ceux qui renferment le groupe SO_3H, peuvent se combiner à divers colorants basiques. Pour les doser, on ajoute à l'une des matières colorantes basiques une matière colorante acide dont la couleur soit différente, afin de pouvoir facilement constater l'excès de l'une ou de l'autre par un essai à la touche sur du papier à filtrer.

Après divers essais, faits en collaboration avec M. Garuti, on a pu ainsi doser la safranine avec le bleu Helvétie, le jaune naphtol et le violet acide; le bleu méthylène avec le ponceau cristallisé, l'orangé pyronine, le carmin et le brun coton.

En collaboration avec M. Redard, on a dosé la fuchsine au moyen du bleu alcalin, du bleu Helvétie et du vert lumière SF bleuâtre.

Dans tous ces cas, l'approximation a été suffisante et les erreurs n'ont pas dépassé le 2-3 %.

A. P.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

W. RAMSAY et J. SODDY. WEITERE VERSUCHE ÜBER DIE ENTWICKLUNG VON HELIUM AUS RADIUM (*Phisik. Zeitschrift*, 1 Juill. 1904).

Ces recherches ont été faites dans le but de déterminer le volume de l'émanation émise par un poids donné de radium sous forme de bromure, ainsi que la quantité d'hélium qui se produit par la transformation spontanée de l'émanation. Les expériences que nécessitent ces recherches sont rendues difficiles par la petite quantité de matière avec laquelle on est obligé d'opérer. Les auteurs sont cependant arrivés à des résultats concordants; ils donnent la description de leurs appareils, la méthode employée et les rapports quantitatifs entre le radium et ses produits.

Leurs expériences sont basées sur l'examen du spectre de l'émanation du radium, et les appareils construits à une échelle très réduite (tubes capillaires de moins de 0,5 mm. de diamètre), la quantité d'émanation qu'on peut recueillir n'étant que très faible. En faisant condenser l'émanation au moyen d'air liquide et en amenant les gaz non condensés dans un tube à décharge, ils ont toujours reconnu le spectre de l'hélium.

Pour doser la quantité d'hélium, qui est le produit spontané de transformation de l'émanation, ils ont comparé l'intensité du spectre obtenu au moyen de leur tube à décharge à celle du spectre d'un tube relié en série au premier et contenant un volume connu d'hélium à pression connue. Ils arrivent ainsi au résultat que l'émanation due à 50 mgr. de bromure de radium a produit 1 mm^3 d'hélium

en 70 jours, ce qui revient à dire qu'un gramme de bromure de radium produirait 0,0022 mgr. d'hélium par an.

Pour mesurer le véritable volume de l'émanation, MM. Ramsay et Soddy se servent d'un tube capillaire très fin, calibré, et font les lectures avec une lunette. Ce volume diminue en général avec le temps; la place qu'il occupe dans le capillaire est marquée par une vive luminescence.

Si l'on admet que l'émanation est formée par une certaine fraction de la quantité de radium sur laquelle on opère, la connaissance du volume de l'émanation et du temps pendant lequel elle s'est amassée permet de calculer cette fraction. On arrive ainsi à trouver que 1 gr. de radium produit 3×10^{-6} mm^3 d'émanation par seconde, et qu'un atome de radium a une existence moyenne de 1150 ans avant d'être complètement transformé en émanation.

La chaleur totale dégagée par un centimètre cube d'émanation pendant sa transformation en hélium est de $7,4 \times 10^6$ calories, c'est-à-dire 3,600,000 fois plus grande que la chaleur dégagée par une même quantité de mélange tonnant d'oxygène et d'hydrogène.

D'après quelques considérations théoriquas dues à M. Rutherford, jointes aux résultats expérimentaux de leur travail, les auteurs en tirent en outre les conclusions suivantes, en les considérant comme probables :

1° Chaque atome de radium n'émet qu'une particule en se décomposant.

2° La plus grande partie de l'énergie de décomposition se transforme en énergie cinétique des rayons α.

3° L'émanation est un gaz monoatomique.

F.-J. M.

CHIMIE

R. GNEHM et F. KAUFLER. CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DU BLEU PUR IMMÉDIAT (*Berichte der D. chem. Ges.* 37, 1904, 2617, Zurich).

La technique des « colorants au soufre » s'est développée d'une manière extraordinaire depuis quelques années, et

cependant les connaissances que l'on a acquises jusqu'ici sur la constitution et le mode de formation de ces composés sont minimes et ne sont basées que sur des hypothèses. On a cherché à scinder les colorants au soufre pour en retirer quelque substance que l'on puisse identifier ; après bien des essais infructueux, les auteurs du présent mémoire ont eu l'idée de chercher à remplacer dans ces colorants le soufre, que l'on suppose se trouver dans des chaînes latérales, par un atome neutre. Ils ont utilisé dans ce but le « bleu pur immédiat », qui est fabriqué, comme on le sait, en fondant avec du soufre et du sulfure de sodium la p-diméthylamido-p-oxydiphénylamine. En traitant ce composé, après l'avoir purifié, par du bromate de potassium et de l'acide bromhydrique dans des conditions spéciales, ils ont réussi à obtenir jusqu'à 50 ${}^{0}/_{0}$ de la substance mise en œuvre d'un composé cristallisé correspondant à la formule $C^{14}H^{8}ON^{2}SBr^{4}$. En étudiant de plus près cette substance, les auteurs arrivent à la conclusion qu'elle doit renfermer deux groupes méthyle, mais qu'elle est privée de groupes hydroxyle et amido. La manière dont se comporte le composé en question permet de supposer qu'il correspond à une *tétrabromdiméthylamidothiazone* (violet méthylénique tétrabromé), dans laquelle la position des atomes de brome est toutefois encore incertaine.

N
Br Br
$(CH^3)_2$ N =O
Br S Br

Les auteurs ont essayé de reproduire synthétiquement cette substance par bromuration du violet de méthylène, mais l'identification des produits obtenus n'est pas terminée. En traitant le bleu immédiat par le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique dans des conditions analogues, ils ont obtenu à peu près 20 ${}^{0}/_{0}$ de tétrachloroquinone.

St. von Kostanecki et S. Fainberg. Seconde synthèse de la lutéoline (*Berichte der D. chem. Ges.* 37, 1904, 2625, Berne).

En faisant agir trois molécules de brome sur une molécule de 1. 3. 3′. 4′ tetraméthoxyflavanone, on obtient un dérivé tribromé dans lequel un atome de brome se trouve en α. La potasse alcoolique transforme ce dérivé par élimination d'une molécule d'acide bromhydrique en 2. 4 dibrom-1. 3. 3′. 4′ tetraméthoxyflavanone. Lorsqu'on fait bouillir cette dernière avec de l'acide iodhydrique, les deux atomes de brome sont éliminés, et l'on obtient par déméthylation complète la lutéoline absolument identique à celle qui a déjà été préparée par une autre méthode par von Kostanecki, Rozycki et Tambor.

S.-S. Cohen et St. von Kostanecki. Sur le 3. 4. 2′ trioxyflavonol. — St. von Kostanecki et O. Schleifenbaum. Sur le 3. 4. 3′ trioxyflavonol (*Berichte der D. chem. Ges.*, t. 37, 1904, p. 2627 à 2631, Berne).

Lorsqu'on fait réagir à l'ébullition en présence de lessive de soude, des solutions alcooliques de l'éther méthylique de l'aldéhyde salicylique et de l'éther diméthylique de la gallacétophénone, il se forme un mélange de 2′-oxy-3′. 4′. 2-triméthoxychalkone et de 3. 4. 2′ triméthoxyflavanone. Cette dernière est la matière première pour la synthèse du trioxyflavonol correspondant, mais la chalkone ci-dessus peut être facilement transformée en flavanone par ébullition avec de l'alcool additionné d'acide chlorhydrique étendu. Cette flavanone fournit par la méthode déjà décrite (*Arch. des sc. phys. et nat.*, t. XVIII. p. 91) le 3. 4-2 *trioxyflavonol*. Elle est en jolies aiguilles jaune pâle, fusibles à 298°, en se décomposant et correspond à la formule

OH O
OH C
COH OH
CO

Le fait que ce composé renferme : 1° deux groupes hydroxyles en position ortho ; 2° le groupement $\begin{array}{l} C = O \\ | \\ CO - H \end{array}$; 3° deux hydroxyles en position « anchi » permet de supposer qu'il devait constituer une matière colorante intense pour mordants. L'expérience a confirmé cette supposition, mais on a constaté cependant que le 3. 4. 3′ trioxyflavonol, qui ne bénéficie que des deux premières conditions, donne presque exactement les mêmes teintures ; le troisième groupement tinctogène ne paraît donc pas avoir une influence particulière sur les propriétés tinctoriales du composé en question.

Le *3. 4.* 3′ *trioxyflavonol,* qui fait l'objet du second mémoire, a été préparé d'une manière absolument analogue en partant de la 3. 4. 3′ triméthoxyflavanone. Il se fixe très bien sur le coton mordancé à l'alumine en une nuance jaune orange, et sur mordant de fer en une nuance brun ou noir, suivant la concentration du mordant.

ZOOLOGIE

E. Arrigoni Degli Oddi. Manuale di Ornitologia italiana. Elenco descrittivo degli Uccelli Stazionario di Passagio finora osservati in Italia. Ulrico Hoepli, editore, Milano, 1904.

Sous le titre de *Manuel d'ornithologie italienne*, le comte E. Arrigoni Degli Oddi vient de publier un joli volume in-12, de 1078 pages, avec 437 figures originales, dont 36 hors texte, qui va prendre une place honorable entre les manuels de la maison Hoepli, à Milan.

Après un intéressant exposé des caractères morphologiques et biologiques des oiseaux en général, l'auteur décrit 473 espèces et sous-espèces plus ou moins répandues en Italie, avec de nombreuses données sur leurs mœurs et allures, et augmente ainsi de 43 le catalogue des espèces

sédentaires ou de passage signalées jusqu'ici sur territoire italien.

Semblable travail, écrit par un observateur bien connu pour son exactitude, clairement exposé et illustré de nombreuses images de caractères, ne peut manquer de rendre d'éminents services à tous ceux qui désirent étudier les richesses ornithologiques d'un des pays les plus favorisés en Europe.

Je remercie, quant à moi, très sincèrement l'auteur d'avoir bien voulu me faire hommage d'un exemplaire de cet excellent ouvrage, à la fois fort utile et très facile à consulter. V. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'AOUT 1904

Le 1er, fort vent à 4 h. du soir; éclairs au N. et au SE. pendant la soirée.
2, pluie dans la nuit.
3, forte rosée le matin.
4, éclairs à l'W. dans la soirée.
7, fort vent à 1 h. et à 4 h. du soir.
8, fort vent à 1 h. du soir.
9, fort vent à 1 h. et à 4 h. du soir.
10, fort vent à 1 h. du soir.
11, fort vent à 1 h. et orage à 1 h. 30 m. du soir; faibles chutes de pluie dans l'après-midi et à 9 h. du soir.
12, pluie dans la nuit.
15, orage à 5 h. du matin et légère pluie.
17, orages depuis 8 h. du soir et fortes averses.
18, orages pendant la plus grande partie de la nuit et fortes averses.
19, forte rosée le matin.
20, forte rosée le matin; éclairs à l'W. dans la soirée; faible pluie à 10 h. du soir.
21, orage à 4 h. du soir; pluie à 4 h., à 7 h. et à 9 h. du soir.
22, pluie dans la nuit; fort coup de tonnerre à 3 h. 7 m. de l'après-midi; éclairs au SE. dans la soirée.
23, pluie dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin, et à 9 h. du soir.
24, fortes averses dans la nuit et légère pluie dans l'après-midi.
25, pluie à 10 h. du matin, à 1 h., à 4 h. et à 10 h. du soir.
27, très forte rosée le matin.
28, très forte rosée le matin.
29, forte rosée le matin.
30, forte rosée le matin.
31, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin; fort vent à 10 h. du matin et à 1 h. du soir; orage à 6 h. 40 m. du soir.

GENÈVE — AOUT 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	31.3	30.1	31.2	30.77	+ 2.85	29.2	31.5	E. 0	SSW. 1	N. 1	SSW. 1	7.3	0	3	9	3	11.0	3.9	1
2	31.2	30.3	31.4	30.81	+ 2.91	29.7	31.6	S. 0	S. 1	N. 1	var.	6.9	9	3	0	4	10.1	....	....
3	32.5	31.3	31.4	31.59	+ 3.65	30.1	32.5	N. 1	N. 1	S. 0	N. 1	5.6	1	0	0	0	**12.3**	....	....
4	32.8	30.8	30.2	31.12	+ 3.17	29.2	32.8	S. 0	SSW. 1	S. 0	SSW. 1	4.1	0	1	0	0	12.0	....	....
5	30.4	30.6	30.7	30.30	+ 2.35	29.7	31.3	S. 0	SSW. 1	S. 0	var.	4.6	5	4	1	4	9.8	....	....
6	32.2	31.1	31.3	31.44	+ 3.48	30.0	32.2	S. 0	N. 1	NE. 1	N. 1	5.0	3	2	1	2	8.6	....	....
7	32.0	31.2	31.9	31.57	+ 3.61	30.8	32.3	S. 1	SSW. 2	S 0	SSW. 1	4.6	5	5	0	4	9.8	....	....
8	32.1	30.9	30.9	31.34	+ 3.38	30.2	32.3	S. 0	WSW. 2	SE. 1	WSW. 1	5.0	5	4	0	2	11.8	....	....
9	29.9	27.5	27.0	28.49	+ 0.52	26.4	30.6	S. 0	WSW. 2	SE. 0	SSW. 1	4.1	0	1	0	2	11.5	....	....
10	26.3	24.5	24.6	25.26	− 2.71	23.5	26.9	S. 0	SSW. 2	NE. 1	var.	5.2	2	1	0	3	8.5	....	....
11	25.0	23.4	27.8	24.99	− 2.98	23.4	27.9	S. 0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	6.9	2	8	10	7	6.9	2.3	1
12	29.4	29.5	31.0	29.50	+ 1.53	28.0	31.9	S. 0	SW. 1	E. 0	SSW. 1	5.0	7	4	0	3	10.1	....	....
13	32.2	31.0	30.5	31.20	+ 3.23	29.7	32.2	S. 0	N. 1	N. 0	N. 1	5.0	6	1	1	2	11.1	....	....
14	30.8	30.3	29.1	30.02	+ 2.05	28.6	31.0	S. 0	SW. 1	S. 0	var.	5.0	1	2	0	2	10.4	0.2	....
15	30.4	29.0	29.3	29.19	+ 1.23	28.2	30.7	SSW. 1	SSW. 1	S. 0	var.	10.0	1	3	1	2	11.8	....	....
16	30.5	29.0	28.8	29.34	+ 1.38	27.8	30.5	S. 0	SW. 1	N. 1	var.	4.8	1	1	0	1	11.7	....	....
17	28.5	25.6	23.2	26.05	− 1.90	**22.3**	29.0	S. 0	N. 1	S. 0	var.	7.7	0	0	9	3	11.9	15.0	4
18	25.7	26.7	27.4	26.34	− 1.61	25.3	27.8	SE. 1	SW. 1	S. 1	SSW. 1	7.3	9	8	1	5	5.1	....	....
19	27.8	27.0	27.2	27.23	− 0.71	26.1	27.8	S. 0	N. 1	SE. 0	N. 1	4.1	0	1	0	1	12.2	....	....
20	28.1	27.1	26.7	27.25	− 0.68	25.7	28.1	S. 0	N. 1	SW. 1	SSW. 1	4.1	0	1	6	3	11.7	....	....
21	27.0	25.9	26.4	26.43	− 1.49	24.8	27.0	S. 0	N. 1	SSW. 1	var.	4.6	10	1	10	9	3.2	0.1	....
22	24.9	24.5	23.0	**24.29**	**− 3.62**	22.9	25.8	SE. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.9	10	10	4	8	3.5	**23.2**	**7**
23	25.1	27.7	28.9	26.77	− 1.13	24.2	29.3	S. 1	SSW. 2	ENE. 1	SSW. 1	**12.5**	10	10	10	10	....	1.5	2
24	26.0	24.6	25.0	25.66	− 2.23	24.0	28.3	NE. 0	SSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	5.2	10	9	10	9	0.3	4.0	4
25	25.8	27.6	30.9	27.38	− 0.50	24.8	31.4	N. 1	NNE. 2	ENE. 1	NNE. 1	8.1	8	10	10	10	1.1	0.2	1
26	32.4	32.2	32.9	**32.18**	**+ 4.31**	31.8	**33.0**	S. 1	N. 2	S. 0	N. 1	5.4	0	1	0	1	11.0	1.7	3
27	33.0	31.7	31.6	32.08	+ 4.23	31.0	32.9	N. 0	NNE. 1	NW. 0	N. 1	4.6	0	1	0	0	11.5	....	....
28	31.5	30.5	30.4	30.82	+ 2.98	29.7	31.6	S. 0	NNE. 1	S. 0	N. 1	5.0	0	0	0	0	11.6	....	....
29	31.1	30.0	29.0	30.01	+ 2.19	28.6	31.1	S. 1	N. 1	N. 1	N. 1	3.8	0	0	2	2	10.5	....	....
30	28.4	27.5	27.2	28.03	+ 0.23	27.1	28.9	S. 0	SW. 1	WSW. 1	SSW. 1	5.8	1	3	8	6	7.2	1.0	2
31	26.9	26.4	27.7	26.93	− 0.85	25.4	28.0	S. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	8.3	10	7	7	8	7.6	8.7	7
Mois	29.39	28.56	28.86	28.85	+ 1.19							5.92	3.7	3.6	3.2	3.7	275.8	61.8	32

Jour du Mois	Température							Fraction de Saturation en %							Tempér. du Rhône		Limnimètre
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Écart avec la normale	Min.	Max.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Midi	Écart avec la normale	mètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+20.7	+31.2	+22.2	+24.85	+ 6.08	+17.0	+33.5	74	34	63	57	-11	33	85	22.2	+ 3.5	1647
2	18.9	28.9	21.9	23.05	+ 4.31	17.1	32.0	89	41	67	69	+ 1	37	95	21.8	+ 3.1	1700
3	19.3	26.0	22.0	21.82	+ 3.12	15.3	28.4	78	52	66	67	- 1	39	94	22.2	+ 3.4	1637
4	18.4	31.2	23.0	23.53	+ 4.86	14.9	32.5	78	26	68	59	- 9	26	90	22.2	+ 3.4	1612
5	21.6	30.1	22.0	24.04	+ 6.41	18.2	32.0	60	35	67	58	-11	35	70	22.4	+ 3.6	1612
6	19.1	26.8	23.8	22.51	+ 3.92	16.1	28.5	76	47	63	67	- 2	47	93	22.7	+ 3.9	1605
7	21.6	32.2	23.6	24.91	+ 6.36	17.0	34.3	71	32	45	55	-14	31	90	....	.....	1605
8	20.9	32.9	23.9	24.91	+ 6.41	15.2	35.0	64	30	49	49	-20	22	85	23.2	+ 4.4	1601
9	20.2	31.6	22.4	23.73	+ 5.28	15.4	34.0	61	24	59	55	-14	23	90	23.0	+ 4.2	1582
10	19.9	30.9	22.0	23.34	+ 4.94	17.0	32.9	72	26	56	53	-16	26	80	23.3	+ 4.5	1577
11	20.1	30.9	17.0	22.00	+ 3.65	16.5	30.9	71	30	80	60	- 9	30	87	23.4	+ 4.6	1555
12	19.1	26.8	19.9	21.51	+ 3.22	16.0	29.0	77	40	60	60	-10	32	90	23.5	+ 4.7	1560
13	15.8	23.9	21.3	20.21	+ 1.98	12.0	28.9	75	37	70	57	-13	34	85	22.8	+ 4.0	1560
14	18.8	32.4	25.0	21.56	+ 6.39	15.3	**35.3**	72	20	45	47	-23	18	80	....	.....	1570
15	22.1	31.9	23.7	**25.88**	+ **7.78**	20.2	33.3	63	28	52	**45**	**-25**	28	63	22.2	+ 3.4	1557
16	21.6	30.2	22.2	21.57	+ 6.54	19.8	32.2	63	24	56	49	-21	20	75	22.0	+ 3.2	1567
17	16.9	28.4	21.3	23.45	+ 5.49	13.2	34.7	68	37	48	50	-20	**12**	95	22.1	+ 3.3	1588
18	17.5	21.8	17.6	19.44	+ 1.55	13.7	26.7	95	66	50	70	- 1	40	98	22.0	+ 3.2	1615
19	14.0	20.7	17.4	16.85	- 0.96	9.0	24.0	75	35	71	62	- 9	35	80	21.8	+ 3.0	1615
20	13.5	22.8	18.8	18.19	+ 0.46	9.7	28.3	77	40	51	57	-14	22	83	21.7	+ 3.0	1622
21	15.9	21.6	16.0	17.74	+ 0.09	13.2	24.8	69	56	96	73	+ 2	56	96	....	.....	1580
22	13.9	18.5	15.1	16.69	- 0.88	13.8	22.6	95	71	81	81	+ 9	61	98	19.3	+ 0.6	1597
23	10.4	11.8	10.4	11.55	- 5.93	9.9	13.0	80	69	92	81	+ 9	69	95	17.2	- 1.4	1565
24	11.2	17.5	12.0	12.86	- 4.53	9.9	19.0	93	59	83	81	+ 9	59	98	11.2	- 7.4	1585
25	11.8	11.9	11.4	**11.34**	- **5.96**	9.8	15.0	70	83	92	**84**	**+12**	70	95	10.6	- 8.0	1580
26	9.0	17.6	12.6	13.24	- 3.97	**6.8**	19.0	87	48	81	70	- 3	41	98	14.1	- 4.4	1537
27	9.6	19.4	15.9	14.62	- 2.49	7.1	23.0	85	44	79	73	0	44	**99**	14.7	- 3.8	1505
28	13.4	21.2	16.2	16.64	- 0.37	9.9	24.0	86	56	77	73	0	41	90	....	.....	1530
29	14.0	20.9	17.0	17.13	+ 0.22	11.5	23.7	86	57	86	76	+ 3	57	92	18.5	+ 0.1	1535
30	14.6	26.5	18.1	18.49	+ 1.69	11.8	28.0	86	44	75	70	- 4	44	86	18.0	- 0.4	1525
31	16.4	23.3	14.3	18.60	+ 1.90	14.0	26.0	86	45	82	72	- 2	44	95	17.7	- 0.6	1550
Mois	+16.78	+25.22	+19.13	+20.07	+ 2.16	+13.75	+27.89	77	43	68	64	- 7			20.95	+ 2.30	1584

MOYENNES DE GENÈVE. — AOUT 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	30.90	30.90	31.08	30.71	29.83	29.18	29.37	30.20	30.27
2e »	28.44	28.52	28.85	28.62	27.86	27.14	27.28	28.18	28.11
3e »	28.44	28.09	28.36	28.50	28.05	27.67	28.25	28.51	28.23
Mois	29.23	29.14	29.39	29.25	28.56	27.99	28.30	28.95	28.85

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+18.91	+17.18	+20.06	+25.91	+30.18	+29.81	+25.52	+21.78	+23.67
2e »	17.29	15.66	17.94	23.15	26.98	28.27	23.92	20.12	21.67
3e »	13.19	11.75	12.75	16.69	19.11	19.05	16.05	14.24	15.35
Mois	+16.36	+14.76	+16.78	+21.75	+25.22	+25.49	+21.65	+18.57	+20.07

Fraction de saturation en %.

1re décade	77	87	73	51	35	36	51	62	59
2e »	75	81	74	52	36	28	44	57	56
3e »	87	90	84	70	57	60	78	81	76
Mois	80	86	77	58	43	42	58	67	64

Dans ce mois l'air a été calme 285 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{54}{72} = 0.75$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 61°.8 W.
Son intensité est égale à 14.4 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		728.94
Nébulosité		3.5
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+20°.38
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+20°.07
Fraction de saturation		63 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	727.66
Nébulosité	(1847-1875).	4.7
Hauteur de pluie	(1826-1875).	80mm.4
Nombre de jours de pluie.	(id.).	10
Température moyenne	(id.).	+17°.91
Fraction de saturat.	(1849-1875).	71 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	85.2	76.7	73.5	67.1	81.0	63.0	63.3

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	48.7	61.8	61.5	?	59.4	77.6

Durée totale de l'insolation à Jussy : 291h.0.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

D'AOUT 1904

Le 17, pluie et fort vent.
18, pluie et forte bise,
21, pluie à 9 h. du soir et forte bise.
23, très forte bise pendant toute la journée; pluie et neige.
24, pluie et neige.
25 et 26, violente bise pendant toute la journée.
30, très fort vent le matin et à 1 h. du soir; pluie.

GRAND SAINT-BERNARD — AOUT 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	74.6	73.8	73.7	74.0	+ 5.1	73.5	74.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	3	6	3	....	....
2	72.7	73.0	73.8	73.2	+ 4.3	72.5	74.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	2	5	....	....
3	73.6	74.2	74.9	74.2	+ 5.3	73.5	75.1	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
4	75.0	74.8	74.5	74.8	+ 5.9	74.3	75.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	7	0	2	....	....
5	73.9	73.9	76.1	74.6	+ 5.7	73.5	**76.4**	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	4	0	4	....	....
6	74.6	74.8	75.6	75.0	+ 6.1	74.4	75.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE 1	1	4	0	2	....	....
7	75.0	75.1	75.3	**75.1**	+ **6.2**	74.5	75.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	5	0	2	....	....
8	74.8	75 0	74.4	74.7	+ 5.8	74.0	75.2	NE. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
9	71.5	71.9	71.0	71.5	+ 2.6	70.9	72.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
10	68.9	68.5	68.8	68.7	- 0.2	68.3	69.1	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	4	3	2	....	....
11	68.3	69·1	69.2	68.9	0.0	68.0	69.4	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	1	6	7	5	....	....
12	69.8	71 3	72.3	71.1	+ 2.3	69.5	72.5	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	2	2	1	2	....	....
13	72.4	73.0	74.0	73.1	+ 4.3	72.3	74.3	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	1	0	0	....	....
14	73.6	74.5	74.3	74.1	+ 5.3	73.5	74.8	NE. 1	SW. 2	NE. 1	var. 1	2	1	2	2	....	....
15	73.4	73.3	72.7	73.1	+ 4.3	72.5	73.5	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	5	7	5	6	....	....
16	71.7	72.0	71.1	71.6	+ 2.8	71.0	72.3	NE. 1	NE. 2	NE 2	NE. 2	1	1	0	1	....	....
17	71.4	71.0	70.3	70.9	+ 2.1	70.2	71.6	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	0	4	1	11.0	....
18	68.4	67.4	67.9	67.9	- 0.8	67.3	68.5	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	7	10	9	4.2	....
19	68.0	68.2	68.9	68.4	- 0.3	67.9	69.2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	0	1	0	....	....
20	68.6	69.1	69.8	69.2	+ 0.5	68.5	70.0	NE. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	0	1	3	1	....	....
21	69.3	68.9	69.2	69.1	+ 0.5	68.7	69.5	SW. 1	SW. 2	NE. 2	var.	5	8	10	8	7.3	....
22	65.7	65.3	64.2	65.1	- 3.5	64.0	65.9	SW. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	5	8	....	....
23	61.7	63.6	66.1	63.8	- 4.8	**60.5**	66.3	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	16.5	4
24	64.2	63.6	62.7	63.5	- 5.0	62.5	64.4	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	9.8	5
25	61.6	63.1	65.6	**63.4**	- **5.1**	61.3	65.8	NE. 2	NE. 3	NE. 5	NE. 4	10	5	4	6	....	....
26	67.5	69.3	70.5	69.1	+ 0.7	67.3	70.8	NE. 2	NE. 4	NE. 2	NE. 3	10	3	6	6	....	....
27	71.0	71.4	72.1	71.5	+ 3.1	70.8	72.4	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	1	0	....	....
28	71.7	71.8	72.1	71 9	+ 3.6	71.5	72.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
29	71.7	71.8	71.9	71.8	+ 3.5	71.5	72.0	NE. 1	NE. 1	SW. 2	NE 1	0	0	2	1	....	....
30	70.7	70.4	69.6	70.2	+ 1.9	69.5	70.8	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	0	4	10	5	**29.7**	....
31	67.6	67.7	67.7	67.7	- 0.5	67.3	68.0	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	10	3	8	....	....
Mois	70.42	70.67	70.98	70.68	+ 2 28							3.4	3.8	3.4	3.5	78.5	9

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+10.1	+15.2	+ 9.4	+11.6	+ 5.2	+ 9.1	+16.1	63	49	68	60	45	75
2	6.5	12.4	7.8	8.9	+ 2.5	6.0	13.4	76	67	74	72	49	93
3	6.8	14.1	9.1	10.0	+ 3.6	6.4	14.7	81	37	74	64	37	85
4	7.6	13.2	11.2	10.7	+ 4.3	7.2	14.7	80	54	62	65	47	88
5	8.9	11.3	9.4	9.9	+ 3.5	8.0	12.9	75	70	69	71	58	89
6	9.1	15.2	10.8	11.7	+ 5.3	8.0	16.0	55	43	62	53	43	75
7	10.4	15.7	10.7	**12.3**	+ 6.0	9.9	15.3	69	45	75	63	44	85
8	10.0	15.8	10.4	12.1	+ 5.8	8.2	16.7	45	23	61	43	20	90
9	9.2	15.6	9.8	11.5	+ 5.2	8.9	16.2	46	31	65	47	30	75
10	8.0	14.5	8.4	10.3	+ 4.0	8.0	14.8	75	44	79	66	42	84
11	8.3	12.7	7.6	9.5	+ 3.2	7.6	12.8	65	44	80	63	40	95
12	6.9	11.1	6.4	8.1	+ 1.9	6.0	11.7	65	51	85	67	49	92
13	7.5	12.8	10.8	10.4	+ 4.2	5.6	14.3	29	25	30	**28**	15	68
14	9.4	13.8	12.0	11.7	+ 5.5	8.6	15.6	49	31	37	39	29	61
15	10.6	13.6	10.8	11.7	+ 5.6	10.2	14.5	57	44	52	51	40	82
16	8.6	15.0	10.1	11.2	+ 5.1	8.2	16.2	68	44	71	61	42	83
17	9.3	14.3	13.0	12.2	+ **6.2**	8.3	**16.8**	51	32	34	39	18	73
18	7.4	9.6	3.7	6.9	+ 0.9	3.6	9.9	69	62	90	74	55	95
19	5.5	10.5	7.5	7.8	+ 1.8	3.0	12.5	15	31	77	41	**14**	87
20	6.3	11.5	9.1	9.0	+ 3.1	5.5	13.2	66	29	31	42	25	92
21	7.0	9.8	4.0	6.9	+ 1.1	3.8	10.0	52	70	85	69	50	93
22	+ 4.8	+ 3.3	+ 3.6	+ 3.9	− 1.9	+ 3.2	6.5	69	85	59	71	50	90
23	− 2.6	− 1.8	− 2.1	− **2.2**	− **7.9**	− 3.0	3.5	72	87	90	**83**	65	**96**
24	− 0.4	+ 1.2	− 1.0	− 0.1	− 5.8	− 1.8	3.3	86	64	85	78	60	90
25	− 2.8	− 0.5	− 2.2	− 1.8	− 7.4	− 2.9	0.0	85	69	74	76	65	92
26	− 3.2	+ 1.8	− 0.7	− 0.7	− 6.2	− **3.2**	3.7	65	75	85	75	50	90
27	+ 1.4	8.1	+ 3.9	+ 4.5	− 1.0	− 0.4	8.7	35	44	78	52	34	87
28	4.9	10.8	7.4	7.7	+ 2.3	+ 3.2	11.7	47	36	60	48	30	88
29	6.0	13.7	8.0	9.2	+ 3.9	5.0	13.6	49	24	68	47	20	75
30	7.0	11.3	5.0	7.8	+ 2.6	4.4	11.5	55	71	78	68	50	85
31	+ 5.0	+ 6.6	+ 5.0	+ 5.5	+ 0.3	+ 4.8	+ 8.0	88	80	70	79	65	93
Mois	+ 6.24	+10.72	+ 7.06	+ 8.01	+ 2.03	+ 5.14	+11.90	61	50	68	60		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AOUT 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + | **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	73.46	73.50	73.81	73.58	66	46	69	60
2e »	70.56	70.89	71.05	70.83	53	39	59	50
3e »	67.52	67.90	68.34	67.92	64	64	76	68
Mois	70.42	70.67	70.98	70.68	61	50	68	60

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 8.66	+ 14.30	+ 9.70	+ 10.90	+ 10.59
2e »	7.98	12.49	9.10	9.86	9.67
3e »	2.46	5 85	2.81	3.71	3.48
Mois	+ 6.24	+ 10.72	+ 7.06	+ 8.01	+ 7.77

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{98}{48} = 2.04$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 53.8 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	79.2	58.1	101.2	78.5
Neige en centimètres....	0cm	0cm	0cm	9cm

LA

FAUNE DES VERTÉBRÉS DE LA SUISSE

DU Dr VICTOR FATIO[1]

PAR

Emile YUNG

Professeur à l'Université de Genève

La littérature scientifique suisse, riche en descriptions de nos montagnes, ainsi qu'en catalogues plus ou moins complets des espèces animales rencontrées dans tel ou tel canton, ne possédait aucun tableau systématique et exact de la faune de notre pays, M. Victor Fatio le lui a donné. Il s'agit d'une œuvre considérable, commencée il y aura bientôt quarante ans, poursuivie dès lors avec autant de persévérance que de talent, et à laquelle son auteur vient, très heureusement, de mettre le point final. Je voudrais dire brièvement ici pourquoi les zoologistes la tiennent en haute estime et les services qu'elle peut rendre non seulement aux naturalistes professionnels, mais aussi aux amateurs, aux chasseurs, aux pêcheurs, à tous ceux qui aiment les animaux, les collectionnent ou les élèvent.

M. Fatio sachant que, qui trop embrasse mal étreint,

[1] Georg & Cie, Bâle et Genève, éditeurs.

et que, d'ailleurs, il serait actuellement impossible à un seul homme de traiter de l'ensemble des animaux inférieurs, a, dès le début, borné son programme aux Vertébrés. Ainsi délimité, le champ à parcourir était encore vaste, néanmoins M. Fatio l'a exploré dans sa totalité, ne reculant devant aucune peine pour pénétrer jusque dans ses moindres recoins et répondre, toutes les fois du moins que dans l'état de nos connaissances une réponse était possible, aux multiples questions que soulèvent les phénomènes qui y sont offerts à l'observateur. Il ne s'est pas contenté de dresser l'inventaire des animaux supérieurs qui vivent temporairement ou en permanence sur notre territoire et d'en donner les caractères zoologiques avec assez de détails et de précision pour permettre une détermination rapide et sûre de leurs diverses espèces, mais il a fait suivre chaque diagnose d'une véritable histoire naturelle de l'espèce considérée, nous renseignant sur sa distribution géographique, sa fréquence, ses variations, ses mœurs, son ancienneté paléontologique, etc. De plus, M. Fatio a placé à la suite de chacun des ordres de Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Batraciens et Poissons examinés, des tableaux analytiques qui n'ont pas dû être faciles à établir, mais qui ajoutent beaucoup de prix à son ouvrage, car ils abrègent énormément la tâche de ceux qui s'en servent pour déterminer.

Quoique petite par sa superficie (41.390 km. carrés) la Suisse offre un sol si mouvementé, des climats et des conditions d'existence si variés que sa faune est, aussi bien que sa flore, remarquablement riche en espèces et en variétés. Or, comme M. Fatio s'était, dans le but de donner à ses assertions « l'exactitude et le poids

désirables », imposé la loi *de tout voir par ses yeux*, et qu'il s'est tenu parole jusqu'au bout, on conçoit que de chasses, de visites dans les musées, de confrontations d'échantillons et de comparaisons il a dû faire pour recueillir les documents qui lui étaient nécessaires et, en particulier, les représentants typiques des espèces qu'il avait à décrire. D'autre part, il s'agissait, dans le choix de ces derniers, de savoir où s'arrêter, car l'espèce est élastique et l'une des plus grandes difficultés que rencontre le systématicien est de résister à la tentation d'inventer de nouvelles dénominations spécifiques. On sait, en effet, que les collectionneurs ont de tout temps encombré la science de fausses espèces. M. Fatio a vivement protesté contre cette fâcheuse tendance de fonder des espèces avec de simples variétés, et il s'est appliqué, pour sa part, à réduire le nombre des espèces au lieu de l'augmenter. Il a apporté la même réserve dans l'admission, sur ses listes, des animaux dont l'existence en Suisse n'était pas absolument certaine. « J'ai toujours estimé, écrivait-il dans la préface de son premier volume daté de 1869, qu'il valait mieux, plutôt que de faire parade d'une richesse douteuse, accepter une pauvreté relative en étant sûr, du moins, de ce que l'on possède. »

De tels principes, dont il a eu la sagesse de ne point se départir, assurent à M. Victor Fatio l'approbation de tous les naturalistes qui, au cours de leurs travaux, ont souffert des incertitudes si fréquentes en zoologie systématique. Ces derniers le loueront de nous avoir fourni la liste aussi exacte que possible des Vertébrés appartenant à notre faune locale. En matière de dénombrement d'animaux, il vaut mieux, si l'on doit se

tromper, demeurer au-dessous de la vérité que de la dépasser, ainsi que le font presque fatalement les observateurs superficiels.

Quand M. Fatio s'est trouvé en face de formes différant notablement de la forme-type d'une espèce bien établie, son premier mouvement fut toujours de les interpréter comme des races de celle-ci. Ainsi procéda-t-il, par exemple, avec une variété *nigricans* de *Vespertilio mystacinus* (vol. I, p. 92) qu'il avait d'abord rencontrée en 1863 dans un chalet, au-dessus de Rosenlaui, à 1700 mètres d'altitude, mais qui, ayant été constatée depuis lors dans plusieurs cantons, avec, toujours, les mêmes caractères différentiels, fut plus tard et fort légitimement, semble-t-il. envisagée sous le nom de *Vespertilio lugubris* comme une espèce distincte (vol. V, 2me partie. 3me suppl. aux Mammifères, p. 6).

Il est clair que lorsqu'une investigation prolongée démontre la constance de tel ou tel caractère que l'on eût pu prendre au début comme étant accidentel, il faut bien, quand il est important, accorder à celui-ci un sens spécifique. C'est ce qu'a fait parfois M. Fatio, mais toujours, pour ainsi dire, à son corps défendant. Je signale à ce propos, au lecteur désireux de constater les scrupules d'un zoologiste craintif d'accroître, sans raisons suffisantes, le nombre des espèces, le chapitre (vol. I, p. 207 et vol. V, 2me partie, 3me suppl. aux Mammifères, p. 10) où M. Fatio décrit un petite souris noire, *Mus poschiavinus* découverte par lui en visitant la fabrique de tabac de Poschiavo, dans le canton des Grisons. Après beaucoup d'hésitations et surtout dans le but d'attirer plus sûrement l'attention sur une forme

qui lui paraissait intéressante, il lui donna un nom particulier, mais encore ne s'y décida-t-il qu'après s'être entouré d'expresses réserves.

Une pareille attitude diffère si fort de celle de la plupart des naturalistes descripteurs que je ne saurais trop insister sur le mérite qu'a M. Fatio de s'y être maintenu. Elle est en partie le résultat du soin qu'il a toujours mis à l'étude des variations et de l'influence des conditions extérieures sur ces dernières. Il a noté à propos de la plupart des espèces qu'il a décrites l'étendue de leur variabilité en relation avec l'habitat, la saison, la nourriture, etc., et, de la sorte, il a accumulé nombre de matériaux précieux au point de vue des théories générales. Cette préoccupation n'a cessé d'être présente à la pensée du savant zoologiste. Les faunes locales sont à ses yeux nécessaires pour établir des comparaisons utiles entre les formes que peut affecter une même espèce. « Que l'on considère celle-ci comme stable et enfermée dans des limites infranchissables, ou que l'on en fasse seulement l'état actuel d'un être soumis à des transformations continuelles, le détail des descriptions ne sera pas moins d'une grande ressource pour les zoologistes futurs, en leur permettant d'apprécier, jusqu'à un certain point, la profondeur des modifications possibles dans un laps de temps connu. » Cette phrase, écrite par M. Fatio en 1869 (vol. I, p. 10), exprime nettement quel fut le principe directeur de ses recherches faunistiques. Il y demeura si bien fidèle que dans l'introduction au volume II, rédigée 35 ans plus tard, au mois d'avril de cette année 1904, il revient sur la même idée, affirmant que, selon lui, l'étude minutieuse des variétés offre surtout ce grand intérêt « qu'elle

peut jeter un jour précieux sur l'influence des conditions d'habitat et la variabilité, soit sur l'importance de la lutte entre *l'hérédité* et *l'adaptation*. »

Personne ne contestera qu'à cet égard la Faune de M. Fatio n'apporte des faits significatifs à l'appui de la doctrine transformiste, sans cependant démontrer la valeur absolue de cette doctrine. Sur ce dernier point, l'auteur convient qu'il serait prématuré de se prononcer dès maintenant.

Un autre mérite de M. Fatio qui se rattache à ses préoccupations théoriques, est de n'avoir négligé aucun détail dans ses diagnoses, de sorte que, nécessairement, on arrive à des résultats satisfaisants, alors même que l'individu qui sert à la détermination n'est plus dans un bon état de conservation. Sans doute, cette abondance de détails réclame chez le lecteur un sens d'observation bien développé qui risque de rebuter les commençants, mais si ceux-ci veulent bien s'imposer la tâche de rechercher tous les traits d'organisation exposés dans ces diagnoses, ils ne regretteront point le temps qu'ils y auront consacré.

Enfin, nous devons rendre hommage aux efforts qu'a faits M. Fatio pour délimiter d'une façon un peu précise les régions géographiques et les zones d'altitude qui servent de base à son exposé de la distribution dans l'espace des espèces qu'il étudie. La carte ornithologique oro-hydrographique publiée en tête du volume II, divise le sol helvétique en onze régions, bassins ou sous-bassins. Chacun de ces territoires est figuré sur la carte sous une couleur différente. Quant au relief de ce même sol, M. Fatio le partage en quatre zones : la *plaine*, comprise entre 197 mètres (qui est au lac Majeur

le plus bas niveau de la Suisse) et 700 mètres; puis la *zone montagneuse*, comprise entre 700 et 1400 mètres; la *zone alpine*, qui va de 1400 jusqu'à 2800 mètres, et la *zone des neiges*, comprise entre 2800 et 4638 mètres (point culminant du pays à la cime du Mont-Rose).

Cette dernière zone se trouve à peu près dans les mêmes conditions où était la Suisse entière pendant l'époque glaciaire. Elle correspond climatériquement à une latitude nord de 70°, c'est-à-dire de 25° environ supérieure à la latitude réelle, laquelle est comprise entre 45°,49′ et 47°,48′ N. Plus on s'approche d'elle en s'élevant depuis le niveau de la plaine suisse et plus la vie se raréfie; l'hiver y règne presque en permanence, on n'y rencontre plus guère parmi les Mammifères que le petit campagnol (*Arvicola nivalis*) et parmi les Oiseaux que le chocard (*Pyrrhocorax alpinus*) qui niche dans les rochers de la haute montagne, ou la perdrix des neiges (*Lagopus alpinus*) qui se tient volontiers durant la belle saison parmi les neiges éternelles.

Avant d'aller plus loin dans l'examen du contenu de la *Faune des Vertébrés de la Suisse*, qu'on me permette quelques lignes sur l'histoire et l'importance matérielle de cette grande publication.

Le premier volume consacré aux *Mammifères* a paru, comme nous l'avons déjà vu, en 1869; il comprend 411 pages d'impression et 8 planches, dont 5 coloriées, comprenant 54 figures.

Trois ans plus tard, en 1872, parut le volume III, traitant des *Reptiles et Batraciens* avec 603 + XII pages de texte et 61 figures d'après nature réparties dans 5 planches dont 3 coloriées.

Vint ensuite, en 1882, le volume IV, contenant la première partie des *Poissons*, avec 786 + XIV pages de texte et 5 planches, dont 2 en couleurs représentant 178 figures.

La seconde partie des *Poissons*, publiée en 1890, porte la numérotation volume V; elle comprend 576 + LXXX pages de texte et 4 planches, dont 1 de couleur.

En dernier lieu parurent les deux parties du volume II, constituant chacune un volume consacré aux *Oiseaux*, ceux-ci intentionnellement renvoyés à la fin et revenant prendre leur place naturelle dans la série.

La première de ces deux parties porte le millésime de 1899 et compte 839 + XI pages d'impression avec 3 planches dont 2 en couleurs, une carte géographique coloriée et 135 figures dans le texte. La seconde partie, récemment parue cette année, contient 902 + II et XXXVI pages de texte, 1 planche coloriée et 120 figures dans le texte. L'ouvrage de M. Fatio compte par conséquent au total six volumes qui, avec divers suppléments présentés à la fin des vol. III, IV et V, comprennent 4318 pages d'impression, 27 planches hors texte, dont 15 sont coloriées.

On remarquera la beauté et l'exactitude des figures hors texte qui ornent les volumes traitant des Mammifères, Reptiles et Batraciens, et Poissons, ainsi que des figures intercalées dans le texte des volumes consacrés aux Oiseaux. Les artistes qui y ont travaillé sous la direction de M. Fatio, ont constamment dessiné et peint d'après nature. Quant aux figures reproduisant les caractères anatomiques utilisés par la systématique, elles sont au nombre de 609, dont 601 originales et

dessinées d'après les préparations même de M. Fatio.

Cette simple énumération, ainsi que le nombre des années consacrées à l'élaboration de l'ouvrage, donnent une idée des soins que l'auteur lui a voués ; celui-ci nous laisse espérer un supplément réunissant diverses additions en partie déjà publiées et la discussion des prétendues espèces nouvelles récemment créées par divers auteurs. Lorsque ce supplément aura paru, l'ouvrage offrira un tableau complet de l'état de la faune suisse au commencement du XXme siècle, document d'un prix inestimable pour les naturalistes de l'avenir et qu'aucun de ceux du passé, malgré le grand nombre de publications consacrées par eux à des faunes locales, n'avait réussi à nous donner. Nous possédons bien une *Helvetische Ichthyologie* publiée par Hartmann en 1827, mais, comme son titre l'indique, il n'y était question que des seuls poissons; et d'autre part, nous avions depuis 1837 une *Fauna Helvetica* due à Schinz, mais elle consiste en un catalogue sans descriptions et tout à fait insuffisant pour permettre une détermination précise des espèces. Tout en rendant hommage aux prédécesseurs de M. Fatio, il est juste de constater que sa « Faune » remplace avantageusement toutes celles qu'ils avaient ébauchées.

Pour la répartition des espèces en genres et de ceux-ci en ordres, M. Fatio a adopté parmi les classifications existantes celles qui lui ont paru le plus en harmonie avec l'état de nos connaissances anatomiques et le mieux adaptées à la population animale de notre pays. Il a mis un soin spécial à discuter les espèces douteuses et, suivant la tendance que nous avons indiquée

plus haut, à réduire leur nombre ; les totaux auxquels il est arrivé peuvent donc être considérés comme des minima. Voici, abstraction faite des espèces domestiques qui sont quasi-cosmopolites et que M. Fatio n'a pas inscrites sur ses listes, le nombre des espèces certainement suisses dans chacune des cinq classes de Vertébrés.

Poissons : 51 espèces, auxquelles il faut en ajouter une décrite d'abord comme probable dans le Doubs suisse[1] et trouvée effectivement depuis, ce qui fait 52, alors que Schinz ne signalait que 42 espèces dans nos eaux, dont 5 douteuses ou variétés, ce qui réduit le total de cet auteur à 37 seulement.

Amphibiens : 17 espèces, auxquelles il faut joindre 2 prévues et 2 nouvelles[2] donc, total actuel : 21 espèces au lieu de 19, dont 5 variétés ou douteuses, soit 14 signalées par Schinz.

Reptiles : 14 espèces, nombre égal à celui cité par Schinz, mais le total de ce dernier doit être réduit à 12, car il comprend deux variétés.

Oiseaux : 358 espèces, au lieu de 313 enregistrées par Schinz, après soustraction de quelques variétés, et addition d'observations supplémentaires.

Mammifères : 63 espèces dont une importée et trois douteuses, soit 59 auxquelles il faut en ajouter une

[1] *Aspro apron* Siebold, capturé dans le Doubs à St-Ursanne en 1891, trouvaille prévue dans *Faune*, IV, p. 56.

[2] *Rana oxyrhina* Stenstr. et *Pelobates fuscus* Wag. trouvés près Bâle en 1866 et 1885 (*Faune,* III, ainsi que 1er et 2me suppl.), puis *Rana Latasti* Boul. et *Rana græca* Boul. très voisines, rencontrées dans le Tessin en 1900 (Fatio, *Revue suisse de Zoologie*, 1900).

confirmée [1] et sept rencontrées depuis; cinq Cheiroptères et deux Campagnols très voisins [2], ce qui donne un total actuel de 67 espèces au lieu des 46 de Schinz (abstraction faite des 9 espèces domestiques et 1 douteuse citées par cet auteur).

Cela donne un total actuel de 512 espèces de Vertébrés vivant dans notre pays. M. Fatio a consacré à chacune de ces espèces un article qui, pour quelques-unes d'entre elles, équivaut à une véritable monographie. C'est le cas notamment de la truite (*Salmo lacustris)* et de ses variétés, auxquelles l'auteur ne consacre pas moins de soixante pages. D'autres, moins variables et moins riches en formes diverses, sont naturellement plus brièvement traitées. Il en est de même pour les classes. La classe des Mammifères, qui compte cependant en Suisse un nombre supérieur d'espèces (67) à celle des Poissons (52), mais dont chaque espèce est parfaitement bien établie, a pu être traitée en 411

[1] *Sorex pygmaeus* Pallas, capturé dans les Grisons et déterminé en 1900, rencontré depuis sur quelques points en plaine et montagne (Fatio, *Revue suisse de Zoologie*, 1900).

[2] *Dysopes Cestonii* Savi, accidentel, Bâle 1869 et St-Gothard 1872 (*Faune* 1er et 2me Suppléments aux Mammifères); *Vespertilio lugubris* Fatio, 1869 : assez répandu (*Faune* I, p. 92 et 3me suppl.) ; *Vespertilio Bechsteini* Leisler, Bâle 1882 (*Faune* I, 2me et 3me suppl.) et *var Ghidinii* Fatio, Tessin 1901 (Fatio, *Revue de Zoologie*, 1902) ; *Vespertilio ciliatus* Blas., *var. neglecta* Fatio, Genève 1890 (Fatio, *Archives des sc. phys. et nat.*, 1890), *Vespertilio Capacinii* Bonap,, Tessin 1901 (Fatio, *Revue suisse de Zooogie*, 1902) ce qui fait 23 espèces de Cheiroptères en Suisse au lieu de 9 citées par Schinz. — *Arvicola Savii* Selys et *Arvicola subterraneus* Selys, très voisins, le premier constaté dans le Tessin en 1869 (*Faune* I, 1^r suppl.), le second capturé à Zermatt en 1901 et 1904, ainsi que sur certains autres points en Suisse, au nord des Alpes.

pages, alors que les 51 espèces suisses de Poissons ont nécessité plus de 1450 pages. C'est que, chez ces dernières, la variabilité est extrême, et les croisements fort nombreux.

Du reste, la classe des Poissons est celle qui a dû sûrement donner le plus de peine à M. Fatio. Au moment où il en entreprit l'étude, certains groupes de ces animaux étaient fort discutés. L'on eût vainement rencontré deux auteurs d'accord sur l'authenticité des diverses espèces de Corégones, par exemple. En tirant habilement parti du développement relatif de leurs épines branchiales que, par abréviation, il a nommées *branchiospines*, et en tenant compte de tout un ensemble de considérations qu'il serait trop long de rapporter ici, M. Fatio a réussi à faire de la lumière là où régnait la plus profonde obscurité. Il a distribué nos Corégones en deux groupes dont le premier, A, renferme trois espèces qui semblent rentrer, comme c'est le cas de *C. Wartmanni* par exemple, dans le cadre d'une même espèce-type « *C. dispersus* », laquelle est très répandue dans les eaux du continent européen, et dont le second, B, qui contient cinq espèces paraît dériver d'une espèce-mère commune : « *C. balleus* ». Les caractères qu'il a donnés des deux types *Dispersus* et *Balleus* sont assez distincts pour ne laisser place à aucun doute ; il en est de même des caractères des espèces ressortissant de chacun de ces types, lesquelles comprennent, à leur tour, de plus ou moins nombreuses sous-espèces basées sur certaines divergences de caractères morphologiques ou biologiques correspondant à des distributions géographiques un peu différentes. Il suffira, pour donner une idée jusqu'à quel

point l'auteur a poussé l'analyse dans ce domaine, de rappeler qu'il a réussi à distinguer nettement six sous-espèces dans la seule espèce *C. Wartmanni*, cinq sous-espèces dans l'espèce *C. exiguus* appartenant au premier groupe, et cinq sous-espèces dans l'espèce *C. Asperi*, par exemple, appartenant au groupe B.

Mais les naturalistes ne seront pas seuls reconnaissants à M. Fatio de la peine qu'il s'est donnée pour débrouiller l'écheveau compliqué que constituent les Corégones et autres groupes ichthyologiques de notre faune. Les pêcheurs et les éleveurs lui sauront gré de la somme considérable de renseignements pratiques qu'il a recueillis sur les mœurs, les parasites, la distribution géographique horizontale et verticale, les époques de frai, etc., de nos poissons indigènes. Les documents relatifs à la distribution géographique et aux époques de ponte sont condensés sous forme de graphiques dans des tableaux particulièrement faciles à consulter.

La grande majorité des poissons suisses appartient à l'ordre des Physostomes, 41 sur 51. Les autres se répartissent ainsi : 5 espèces, la perche, la gremille, l'épinoche, le chabot de rivière et le gobie fluviatile se rapportent aux Anarthroptérygiens pour la plupart physoclistes et à écailles cténoïdes; une espèce, la lotte commune, appartient à l'ordre des Anacanthiens; une espèce de Ganoïde, l'esturgeon commun, capturé exceptionnellement dans le Rhin près de Bâle, appartient à l'ordre des Chondrostéens, et trois espèces, la lamproie de Planer, la lamproie de rivière et la lamproie marine (cette dernière douteuse pour la Suisse) sont de l'ordre des Cyclostomes.

Quelques espèces sont représentées dans toutes les eaux suisses, par exemple l'ombre commune, la truite, le chabot de rivière, le rotengle, etc.; d'autres en revanche sont cantonnées dans le Rhin bâlois, comme l'Alose ordinaire, ou dans les mares qui en dépendent comme la loche d'étang. Dans le sens vertical, le Vairon, petit, robuste, nageant et sautant comme la truite, est l'espèce qui monte le plus haut ; on le trouve dans le lac du Grand Saint-Bernard, à 2472 mètres d'altitude ; la truite elle-même a pénétré plus haut encore, puisqu'on la rencontre au lac de Sgrischus, dans l'Engadine, à 2630 m., mais il est probable qu'elle y fut importée. Le gobie fluviatile, la loche de rivière, l'alose ordinaire, l'alose feinte, la bouvière, comptent au contraire parmi les espèces limitées aux eaux de la plaine.

L'étude des restes de poissons trouvés dans les habitations lacustres a démontré que beaucoup d'espèces actuelles existaient déjà dans nos lacs à cette époque lointaine, telles sont la perche, la lotte, le rotengle, la brême, le nase, le brochet, le saumon, la truite, le corégone de Wartmann, la féra, etc. D'autre part, certaines espèces d'importation récente et propagées par les pisciculteurs tendent aujourd'hui à s'acclimater dans nos lacs et augmenteront la liste de nos espèces nationales, la truite arc-en-ciel et la perche-soleil, toutes deux d'origine américaine, peuvent nous en servir d'exemples.

Moins difficile que celle des Poissons, l'étude systématique des Batraciens et Reptiles offrait néanmoins un travail bien propre à faire la main, pour ainsi dire, aux déterminations si délicates dont nous parlions plus

haut à propos de certains habitants de nos eaux. Ici la multiplicité des formes suivant les conditions d'existence est déjà si grande, qu'il faut se prémunir par une longue observation des espèces contre les apparences trompeuses de la variabilité. En 1837, Schinz portait à 33 le nombre des espèces helvétiques de ces deux classes de Vertébrés à sang froid. M. Fatio a élevé comme nous l'avons dit ce nombre à 35 et encore n'y comprend-il pas sans réticences la Cistude d'Europe, laquelle a été souvent trouvée en Suisse, mais toujours dans le voisinage des lieux habités, où elle pouvait par conséquent avoir été importée. Abstraction faite de cette unique tortue, les Sauriens et les Ophidiens demeurent les seuls reptiles qui comptent des représentants parmi nous, les premiers sont représentés exclusivement par des lézards et l'orvet; les seconds par des vipères et des couleuvres, ce dernier terme étant pris dans un sens large.

Quant aux Batraciens, ce sont parmi les Anoures, les grenouilles, les crapauds et la rainette, et parmi les Urodèles, les salamandres et les tritons qui, seuls, figurent dans notre faune. M. Fatio attribue à la basse température de la plupart de nos eaux, encore trop proches de leurs sources glaciaires, ainsi qu'à la pauvreté en éléments nourriciers qui en est la conséquence, l'absence en Suisse de quelques espèces qui se trouvent dans son voisinage en Italie, en France et en Allemagne. La même raison lui sert à expliquer l'inégale répartition des Batraciens dans les diverses régions du pays. Le canton du Valais et le haut Tessin, qui possèdent sur leur territoire toutes les espèces de Reptiles de la Suisse, sont comparativement pauvres en

Batraciens à cause de ses eaux trop froides et trop pauvres. Le Jura, en revanche, compte à son avoir presque tous les Batraciens du pays, parceque ses eaux, en bonne partie pluviales, se chargent, en passant dans un sol moins dénudé, d'une plus forte dose d'éléments nutritifs. Notons comme attribuable encore à la nature des eaux l'exiguité de la taille de nos grenouilles vertes par rapport à celle qu'atteignent leurs congénères dans d'autres pays, notamment dans les plaines du nord de l'Allemagne.

Envisagée dans son ensemble, la faune erpétologique suisse offre un faciès plutôt septentrional qui est évidemment la conséquence du niveau moyen relativement élevé de tout le pays.

Si des êtres aussi sédentaires et attachés à la terre que le sont les Reptiles, nous passons aux Oiseaux, l'aspect des choses change. La pauvreté relative que nous notions tout à l'heure fait place à une grande richesse. Plus de la moitié des espèces connues dans toute l'Europe (358 sur à peu près 592) se retrouvent dans notre petite contrée ; il est vrai que la plupart n'y séjournent qu'une partie de l'année, nous quittant à l'approche de l'été pour remonter vers le nord, ou allant, pendant l'hiver, demander aux pays méridionaux un climat plus clément. Après mûr examen, M. Fatio a rapporté tous nos Oiseaux à 13 ordres et 64 familles. La majorité appartiennent aux Passereaux et aux Palmipèdes. Viennent ensuite les Echassiers et les Rapaces. Les moins bien représentés sont les Grimpeurs avec les pics et le torcol. Certaines espèces ont été rarement capturées dans le pays, telles, par exem-

ple, le vautour griffon, le vautour-brun, l'aigle impérial, le flammant rose, etc. D'autres en ont complètement, ou à peu près complètement disparu, après y avoir été assez communes autrefois. Parmi ces dernières, l'exemple le plus connu est celui du gypaëte barbu ou *lämmergeier*, grand vautour mesurant jusqu'à 1 mètre 50 de longueur et 3 mètres d'envergure, qui, pourchassé d'abord par l'homme à cause des dégâts qu'il causait dans ses troupeaux, puis, plus tard, à cause de sa valeur commerciale, est devenu excessivement rare. Depuis plus de vingt ans ses prétendues apparitions ont toujours été controuvées ; il est possible que les personnes qui ont cru le voir l'aient confondu avec l'aigle royal ou avec d'autres espèces de vautour.

Dans le recrutement très complet auquel s'est livré M. Fatio, ne sont citées que 37 espèces assez régulièrement rencontrées en toute saison sur notre sol pour qu'on puisse les considérer comme sédentaires, ce sont, par exemple, l'aigle royal, la chevêchette, la petite chouette, les pics, le martin-pêcheur, le merle, le rouge-gorge, la mésange, le moineau, la pie, le corbeau, les coqs de bruyère, les perdrix, etc.

Parmi ces espèces, les unes comme la chevêchette, la chouette Tengmalm, le pic tridactyle et le lagopède, reconnaissent une origine septentrionale et sont des descendants de témoins de l'époque glaciaire, en ce sens, dit M. Fatio, que lors du retrait des glaciers, elles se sont répandues en partie vers le Nord, en partie vers les Alpes, en conservant dans des conditions à peu près analogues à celles où avaient vécu leurs ancêtres, des caractères semblables aux leurs. Les autres, quoique également bien adaptées à nos Alpes et affectionnant

leurs hautes régions, comme le tichodrome, la bartavelle ou la perdrix rouge, proviennent assurément du Midi.

Parmi les non-sédentaires, se rangent les grands migrateurs qui ne se montrent chez nous qu'au printemps et en automne ; puis les migrateurs qui stationnent plus ou moins longtemps parce que la contrée leur plaît et leur offre de quoi subsister ; puis les nicheurs qui nous restent seulement pendant l'été ; puis nos hôtes d'hiver qui font tout le contraire ; et enfin les oiseaux établissant le passage entre ces divers groupes et celui des sédentaires.

Ces derniers sont au nombre de 38 à 39 espèces. Ils comprennent des individus qui passent l'année entière en Suisse, alors que d'autres individus de la même espèce émigrent en automne sans que l'on puisse discerner la cause de leur choix entre ces deux alternatives.

On ne lira pas sans le plus vif intérêt les pages consacrées par M. Fatio aux migrations des différentes espèces vagabondes. La grande route par laquelle s'effectuent ces migrations est toute tracée, c'est la plaine qui s'étend entre les Alpes et le Jura. La plupart des Oiseaux l'utilisent effectivement. Mais il en est qui ne lui demeurent pas fidèles et qui s'en vont par d'autres routes plus élevées et plus difficiles, les cols des Alpes. On a vu des troupes de grues, de cigognes ou de hérons passer des cols de plus de 3000 mètres. Mais il n'y a là rien de régulier. Telle espèce qui s'en vient par les Alpes, s'en retourne parfois par la plaine, ou vice-versa. L'aller et le retour ne s'effectuent pas avec la même allure. Les passages de printemps sont, en général, plus rapides que ceux d'automne ; les oiseaux qui les

composent sont pressés de gagner leurs lieux de ponte, ils vont au plus court, tandis qu'au retour si le froid et le manque de nourriture ne les chassent pas trop violemment, ils s'attardent volontiers dans les districts hospitaliers dont ils font la rencontre.

Nos lacs sont la grande attraction des migrateurs venant du Nord, ils les retiennent fort tard dans certains lieux élevés de l'Engadine, par exemple, et pendant tout l'hiver dans la plaine Suisse, témoins les canards, goëlands, mouettes, plongeons etc. qui font la joie de nos rivages durant la froide saison. Les environs de Genève surtout, sont fréquentés par ces derniers, ce qui s'explique par la délimitation même du plateau Suisse, que les Alpes et le Jura laissent largement ouvert au N.-E., mais rétrécissent à la manière d'un entonnoir au S.-O. du côté du lac Léman.

Nous ne pouvons suivre M. Fatio dans les détails qu'il donne sur les migrations à propos de chacune des espèces voyageuses ; riche est la mine des indications positives accumulées par lui et où pourront puiser en sécurité les biologistes futurs. Du reste, l'histoire qu'il nous a donnée des Oiseaux, dépasse, par le fait de la diversité de ceux-ci et du point de vue élevé auquel il s'est placé pour les décrire, la portée d'une faune locale. Les deux volumes qu'il leur a consacrés représentent en réalité un traité d'ornithologie, dans le sens entier de ce mot.

Je terminerai ce rapide aperçu du contenu de l'ouvrage de M. Fatio, par où il la commencé, c'est-à-dire par les Mammifères représentés en Suisse par 23 espèces de Cheiroptères, 9 espèces d'Insectivores, 18 espèces de

Rongeurs, 12 espèces de Carnivores, 1 espèce de Pachyderme et 4 espèces de Ruminants. En somme, c'est peu. Mais si l'on réfléchit que dans un pays de liberté comme le nôtre, l'homme s'est répandu partout, dans les moindres replis des vallées et jusqu'à l'approche des hautes cimes, et que, dans sa marche conquérante, il a sans retenue chassé devant lui les bêtes qui pouvaient lui servir de pâture et dérangé sans cesse les autres dans leurs habitudes par ses cultures et par son industrie, on sera étonné qu'il soit encore resté sur notre sol autant de ce malheureux gibier pour lequel l'homme est, à coup sûr, le plus redoutable des ennemis.

Sans parler des éléphants, des rhinocéros, des hyènes et des grands ours que nos ancêtres ont pu rencontrer dans nos contrées à l'époque diluvienne mais qui en ont complètement disparu depuis longtemps, plusieurs espèces communes dans ces derniers siècles, y sont devenues introuvables, comme le castor, ou d'une très grande rareté, comme le bouquetin, le loup, l'ours, le lynx et le sanglier. A celles-ci on était presque en droit d'ajouter, il y a quelques années, le chevreuil et le chamois, mais grâce à la protection que les lois leur ont accordée ils se sont heureusement de nouveau multipliés, le premier dans le Jura surtout et le second dans les Alpes. Il faut souhaiter que le gouvernement fédéral, toujours mieux éclairé, continuera à exercer sur ces jolis animanx une protection efficace. Quant aux Mammifères de petite taille qui prédominent et donnent à notre faune mammalogique contemporaine son cachet propre, il en est dont la fécondité lutte victorieusement contre les conditions d'existence défavorables qui peuvent leur être faites. L'une d'elles, d'importation ré-

cente, le lapin sauvage se multiplie, dit-on, dans les environs de Bâle.

Je ne voudrais pas assurer que l'œuvre à laquelle M. Victor Fatio a donné la grande part de sa vie fut dès l'abord également achevée dans toutes ses parties. Les premiers volumes parus nécessitent naturellement aujourd'hui des suppléments auxquels l'auteur a déjà, nous l'avons vu, en grande partie procédé; les derniers volumes, en revanche, ont bénéficié de l'expérience acquise et du temps plus considérable consacré à en recueillir la documentation, aussi sont-ils plus copieux et plus complets. Telle qu'elle est, notre savant compatriote peut aujourd'hui — non sans une légitime fierté — contempler son œuvre d'un regard satisfait.

Elle est, en effet, devenue classique avant même qu'elle fût terminée. En décrivant notre monde animal d'une façon à la fois plus complète et plus exacte que ne l'avaient fait les Conrad Gessner, les Scheuchzer, les Schinz et les Tschudi, son auteur a rendu un signalé service à nombre de naturalistes suisses et étrangers et il a ajouté une part importante à notre patrimoine scientifique.

QUATRE-VINGT-SEPTIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

WINTERTHUR

du 30 juillet au 2 août 1904.

(Suite et fin[1].)

Géologie.

Président : M. le Dr WEBER, de Winterthur.
Secrétaires : M. le Prof. C. SARASIN, de Genève.
M. le Dr P. ARBENZ, de Zurich.

H. Schardt. Les travaux du Simplon au point de vue géologique. Parallélisme du Dogger jurassien. — F. Mühlberg. Carte géologique au 1 : 25,000 des environs de Brugg. — J. Meister. Le Kesslerloch, près de Thayngen et les formations postglaciaires adjacentes. — J. Früh. Collines molassiques au S du lac de Constance. — L. Wehrli. Carte des gisements de charbon de la Suisse. — L. Rollier. Nouvelle édition de la feuille VII de la carte géologique au 1 : 100,000 de la Suisse. Dysodile à Oberdorf, près Soleure. Le calcaire grossier du Randen. — A. Heim. Nouvelles observations dans la chaîne du Sentis.

Dans la première assemblée générale, M. H. SCHARDT a parlé des résultats scientifiques du *percement du tunnel du Simplon*. Il a montré les modifications successives qu'ont subies les vues sur la structure géologique de ce massif; les profils, construits depuis plus d'un

[1] Voir *Archives,* septembre 1904, p. 255.

demi-siècle par les divers géologues, en donnent l'expression bien nette (voir *Archives*, t. XV, p. 446, *C. R. Soc. neuch. Sc. nat.*, 23 janv. 1903). La question de l'hydrographie de ce massif si compliqué n'est pas moins intéressante au point de vue des relations entre les divers terrains et la nature chimique des eaux qu'au point de vue de l'origine des grandes venues d'eau rencontrées dans la région sud, près du km. 4.400 (voir *Archives*, t. XVI, p. 284. *C. R. Soc. neuch. Sc. nat.*, 5 févr. 1904). La chaleur souterraine si élevée et si inattendue (54°) près du km. 8 de l'attaque N., longtemps avant le passage sous le point culminant du massif, s'explique par la sécheresse du terrain, par la chaleur superficielle plus élevée et par la disposition des couches. Du côté S au contraire, les grandes venues d'eau ont produit un déficit de chaleur souterraine de près de 20°. En général, la circulation de l'eau dans des couches profondes entraîne un refroidissement du terrain.

M. SCHARDT communique les résultats de ses recherches sur le *parallélisme du Dogger dans le Jura neuchâtelois et vaudois*. Il constate que les faciès essentiellement calcaires dans la région nord-ouest passent vers le sud de plus en plus à des faciès vaseux, si bien que dans le Jura méridional presque tout le Bathonien est marneux. Cette modification des faciès a donné lieu à de fausses interprétations des limites stratigraphiques (voir *Archives*, t. XVI, p. 735. *C. R. de la Soc. neuch. des Sc. nat.*).

M. le prof. Fr. MÜHLBERG, d'Aarau, présente à la Société *la carte géologique au 1 : 25,000 de la région*

inférieure des vallées de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat, un territoire qui présente à plusieurs points de vue un intérêt spécial.

Les formations géologiques qui existent dans la région figurée sur cette carte sont d'abord le Muschelkalk et le Keuper, puis le Lias, le Dogger et le Malm, puis le Sidérolithique et la Molasse et enfin les formations quaternaires.

Le Dogger moyen prend le facies marneux de Souabe ; le Malm a été divisé en sept niveaux distincts. Dans la Molasse, l'auteur a séparé d'abord la Molasse d'eau douce inférieure, l'Helvétien et la Molasse d'eau douce supérieure; puis il a établi une distinction entre le facies du Muschelsandstein, de la Molasse à Ostrea, des marnes sableuses marines et de la Nagelfluh polygénique qui représente l'Helvétien au S et à l'E, et le facies des marnes fluviales rouges à Helicites et de la Nagelfluh jurassienne qui constituent le même étage au NW.

Au point de vue tectonique, la région figurée comprend quatre parties différentes : au N le Jura tabulaire, limité du côté du S par une vallée remplie de dépôts tertiaires, au milieu un tronçon de la chaîne Lägern-Habsburg orienté de l'E à l'W et bordé au N par un pli moins important, puis plus au S l'extrémité orientale de la chaîne Gislifluh-Kestenberg, qui paraît cesser brusquement près de Brunegg mais se continue en réalité en un anticlinal molassique au-delà des limites de la carte, jusqu'à Wettingen et Würenlos, et enfin une partie du plateau molassique.

Trois cours d'eaux importants, l'Aar, la Reuss et la Limmat, ont creusé à travers ce territoire varié de pro-

fondes tranchées d'érosion, et l'ont ainsi découpé avec l'aide de leurs affluents en plusieurs groupes de collines. C'est sur ce paysage énergiquement modelé par l'érosion que sont venues se déposer les alluvions pleïstocènes, qui atteignent ici une puissance considérable et prennent un développement spécialement typique. Nous trouvons en effet dans cette région les dépôts correspondants aux cinq grandes glaciations, et c'est d'autre part sur ce même territoire que convergèrent au moment de leur plus grande extension tous les glaciers de Suisse, ceux du Rhône, de l'Aar, de la Reuss, de la Linth et du Rhin. Pendant la dernière glaciation, le glacier de la Reuss reprit seul possession d'une partie de celle région, déposant une moraine frontale vers l'extrémité de la vallée de la Bünz et surtout le plus bel amphithéâtre morainique connu de notre pays, en aval de Mellingen, dans la vallée de la Reuss.

Parmi les formations récentes, l'auteur a distingué les éboulements, les éboulis, les cônes de déjection des cours d'eau latéraux, les tuffs, les tourbières. Le volume total des cônes de déjection superposés à la Basse Terrasse peut servir de norme, pour évaluer l'importance de l'érosion à partir de la dernière glaciation.

M. Mühlberg a, de plus, indiqué sur sa carte les divers travaux d'art ou exploitations effectués dans ce domaine. le long des lignes de chemin de fer, dans les carrières, les gravières, etc. ; il y a noté également les lignes de failles ou de décrochements, les entonnoirs d'effondrement, les très nombreux blocs erratiques (avec mention spéciale pour ceux qui sont protégés par un contrat et pour ceux qui ont été au contraire détruits ou transportés), les gisements de charbon, les

gisements de fossiles animaux ou végétaux, les sources captées ou non, les puits, etc., etc.

L'impression de cette carte, excessivement compliquée par suite de la multiplicité des détails, a été menée à bien d'une façon remarquable par la maison J. Schlumpf, de Winterthur, et plus spécialement par son dessinateur, M. Emile Graff, auquel l'auteur tient à exprimer sa très vive reconnaissance.

M. J. Meister, de Schaffhouse, a fait une étude des *formations postglaciaires des environs de la station préhistorique du Kesslerloch* (Schaffhouse). Il a examiné en particulier :

1° Les conditions de dépôt des argiles exploitées par la tuilerie de Thayngen.

2° Les affleurements mis à découvert par les travaux de correction de la Biber.

3° Les couches à silex du Kesslerloch, exploitées en 1902-1903 sous la direction de M. le Dr Heierli, par la Société d'histoire et d'archéologie et par la Société des Sciences naturelles de Schaffhouse.

Les principaux résultats ressortant de ces observations sont les suivants :

a) Il existe dans les vallées de la Fulach et de la Biber des dépôts fluvio-lacustres ; tandis que dans la vallée de la Fulach ces formations sont restées intactes, la Biber y a creusé au contraire son lit actuel.

b) Les objets travaillés préhistoriques qui ont été découverts devant l'entrée N de la grotte du Kesslerloch étaient inclus dans l'argile qui tapisse le bord de la vallée ; on en a retrouvé presque jusqu'à la base de cette formation, à quatre mètres au-dessous du niveau d'eau de la nappe de fond.

On peut conclure des faits précités que, lorsqu'en se retirant le glacier a été limité à la région de l'Untersee, la Biber a abandonné son ancien cours par la vallée de la Fulach pour se diriger par sa vallée actuelle.

Plus tard, à la suite d'une nouvelle poussée en avant du glacier (fin de l'oscillation de Laufen), celui-ci a repris possession de la région de l'embouchure de la Biber et, en barrant le cours d'eau, a provoqué la formation d'un lac dans lequel se sont déposés des argiles et des graviers; la Biber a repris alors son ancien cours à travers le Fulachthal, dans lequel elle s'est creusé un lit jusqu'à 5 ou 6 mètres au-dessous du fond actuel de la vallée.

Après le nouveau retrait du glacier (retrait d'Achen), le barrage qui obstruait la région de l'embouchure de la Biber a été rompu soit par celle-ci, soit par le Rhin; la Biber a abandonné de nouveau le Fulachthal et a adopté son cours actuel. Au moment de ce changement de direction la Biber a couvert le Fulachthal d'une couche de gravier sur laquelle s'est déposé un complexe d'argiles, sablonneuses à la base puis de plus en plus pures vers le haut.

C'est pendant cette période où le courant de la Biber devait être très lent (fin du retrait d'Achen) que vinrent s'établir dans la grotte connue sous le nom de Kesslerloch, les hommes dont nous trouvons les outils et les armes en grande quantité dans la couche d'argile. Les relations entre les dernières phases de la période glaciaire et l'époque d'occupation de la grotte du Kesslerloch, peuvent ainsi être établies d'une façon satisfaisante.

M. le Dr J. Früh, de Zurich, a eu l'occasion d'examiner *deux collines qui sortent de la plaine du Rhin* près de Blatten, à l'E de la ligne de chemin de fer Rorschach-Rheineck, et atteignent les niveaux de 403 m. et 408 m. Ces deux sortes d'îlots, à côté desquels on peut voir encore les restes de deux autres qui sont en grande partie détruits, sont formés de Molasse helvétienne, qui est représentée surtout dans sa partie supérieure par le Muschelsandstein typique ; ils ne sont indiqués ni sur la carte d'Eschmann (1840-1846) ni sur la carte géologique au 1 : 100.000 (feuille IV).

Il faut remarquer que ces deux éminences mollassiques se trouvent dans le prolongement de l'éperon de Halden (445 m.) à l'E de Blatten près de Rorschach, qui est formé par du Muschelsandstein intercalé entre l'Helvétien inférieur et l'Helvétien supérieur et dont la surface a été absasée vers l'E. en une terrasse. Cet éperon correspond du reste exactement par sa constitution et par l'abrasion qu'il a subie, à la colline de Riedernburg près de Bregenz.

M. le Dr Leo Wehrli, de Zurich, a exposé une *carte au 1 : 125.000 des gisements de charbon de la Suisse*, sur laquelle ont été reportés les gisements suivants : 1° Les charbons de la Molasse, d'après les documents fournis par MM. Letsch et Kissling. 2° Les charbons existant dans les régions alpines, d'aprés des données réunies par l'auteur lui-même ; ces derniers sont classés en catégories suivant les formations dans lesquelles ils sont inclus. Le travail concernant les charbons alpins, de même que celui qui se rapporte aux gisements du quaternaire et à ceux du Jura et qui a été

confié à M. Mühlberg, ne sont pas terminés, et M. Wehrli serait reconnaissant à tous ceux qui pourraient lui apporter des documents nouveaux, qui permettraient de compléter la carte avant son impression.

M. Louis ROLLIER, de Zurich, présente à la Société *la deuxième édition de la feuille VII de la carte géologique de la Suisse au 1 : 100,000.*

Voici les principales innovations admises dans la délimitation des étages sur cette feuille :

L'Aalénien figure pour la première fois comme étage distinct.

Le Dogger inférieur (Lédonien et Bajocien pars) comprend toutes les strates situées entre les couches à *Ludwigia Murchisonæ* et l'Oolithe subcompacte de Thurmann (Oolithe vésullienne Kilian, Rollier).

Le Dogger moyen comprend les deux étages oolithiques proprement dits (Hauptrogenstein ou Vésullien et Grande oolithe ou Bathien) qui n'ont pas été séparés.

Le Dogger supérieur ou Callovien commence à la base du Calcaire-roux-sableux (Varians-Schichten), dont la limite est partout très nette au contact du Forest-Marble.

L'Oxfordien est marqué en réduction vers le sud où a lieu sa transformation en oolithe ferrugineuse à *Cardioceras cordatum* (niveau de Neuvizy).

La transformation du Rauracien en faciès pélagique (Argovien) est résumée schématiquement dans la légende.

Les lambeaux infracrétaciques de cette feuille présentent partout les mêmes étages que ceux du Jura neuchâtelois, sans transformation importante (oxydation

des marnes néocomiennes). Les poches de marnes néocomiennes, dont la plus septentrionale est celle du Fuet p. Bellelay sont rapportées au Sidérolithique, de même que quelques poches d'Albien également lévigué et oxydé.

Les lambeaux de Cénomanien figurent en plus grand nombre que précédemment, sans dépasser toutefois la région de Bienne vers le N-E.

L'auteur a distingué pour la première fois le calcaire éocène au sommet du Sidérolithique (Courcelon, Moutier, Oberdorf où il recouvre des schistes sestiens avec *Dysodile* et *Smerdis macrurus* Ag.).

La Gompholithe d'Ajoie est rapportée à la base de l'Oligocène ou au Tongrien.

La division du terrain molassique en Molasse oligocène et Molasse miocène est très naturelle est partout très nette (limite supérieure de l'Oligène : les calcaires delémontiens à *Helix sylvana*).

Il y a, dans le nord de la feuille, une lacune avec surface d'érosion correspondant à l'Helvétien proprement dit (Muschelsandstein) et une discordance stratigraphique à la base du deuxième étage miocène (Vindobonien), qui contient la Gompholithe d'Argovie, les marnes rouges à *Helix Larteti* et les sables vosgiens à *Dinotherium*.

Les calcaires œningiens se remarquent dans le vallon de St-Imier, où ils étaient autrefois inconnus, ainsi que la Molasse miocène supérieure découverte aux environs de Bienne par M. le D[r] E. Kissling.

Il n'y a pas actuellement de Pliocène stratifié sur la feuille VII, non plus qu'en Suisse.

Les subdivisions du Quaternaire sont établies et dis-

posées d'après la nature pétrographique et la provenance (moraines alpines, moraines jurassiennes) des matériaux plutôt que suivant leur âge relatif. La question du Deckenschotter et des alluvions ou terrasses de différents âges reste à élucider.

La Tectonique et l'Orographie ressortent bien de la carte grâce aux couleurs foncées adoptées pour les roches jurassiques formant les parties saillantes (crêts, voûtes, etc.), en opposition aux dépressions marneuses (Tertiaire, Argovien, Oxfordien, Lias, etc.) recouvertes de terrains quaternaires indiqués en couleur claire. Les traits et pointillés sont adaptés à la nature et à la position des roches et de leurs têtes de couches. Tous les plis du sol sont bien délimités et figurés ; il y a de nombreuses rectifications de détails apportées à la première édition, notamment dans la région des voussures arasées des Franches-Montagnes. Les dislocations relativement peu nombreuses sont toutes indiquées par une ligne rouge ; on reconnait leur nature (failles, chevauchements, décrochements) à la simple inspection des contours des terrains qu'elles traversent. Les recouvrements sont entourés complètement par un trait rouge. Des signes particuliers assez nombreux ont été adoptés pour les éboulements et autres dépôts spéciaux. Il ne semblait de prime abord pas possible de pouvoir figurer au 1 : 100,000 toutes les indications consignées sur les minutes au 1 : 25,000. Ce travail a coûté beaucoup de temps et de corrections, mais l'établissement topographique de Winterthur l'a exécuté et réussi.

M. le Dr L. Rollier parle d'un gisement de *Dysodile découvert à Oberdorf près Soleure.* Dès le commence-

ment de cette année 1904, les travaux du chemin de fer de Soleure à Moutier ont mis à découvert à la tête sud du tunnel du Weissenstein les couches suivantes de haut en bas :

Marnes molassiques grises (autrefois déjà visibles au bord du ruisseau, rive gauche).

Lits charbonneux avec coquilles terrestres et fluviatiles écrasées, indéterminables.

Calcaire lacustre dur, sonore, en petits bancs réguliers, un peu onduleux ; vers le sommet de l'affleurement, moules spathiques de *Hydrobia Dubuissoni* Bouillet (Paludina) assez abondants sur quelques épiclives avec des tiges de Characées. Ce groupe de couches mesure 5-6 m. d'épaisseur et se trouve entrecoupé de quelques couches de schistes et de lits marneux gris, sans fossiles.

0,50 m. Marne grise avec quelques minces feuillets de Dysodile au sommet.

0,07 m. Placage de calcaire lacustre et schistes gris, bitumineux en bas, et passant insensiblement à l'assise suivante :

0,08 m. Dysodile en nombreux feuillets très minces, séparés par des lits marneux de quelques millimètres d'épaisseur. Vers le haut, quelques lits de dysodile ou de schistes sont parsemés de carapaces d'une espèce de *Cypris*, probablement *C. Tournoueri* Dollfus. Les lits inférieurs contiennent en assez grand nombre des squelettes de *Smerdis macrurus* Ag., *S. minutus* Ag. et *S. pygmaeus* Ag., écrasés et serrés avec fortes empreintes comme entre des feuillets de papier ; çà et là quelques écorces ou fragments de bois carbonisés.

0,35 m. Marnes grumeleuses gris-verdâtre, à con-

crétions calcaires avellanaires, probablement algogènes.

0,12 m. Concrétions calcaires grisâtres, analogues aux précédentes.

Marnes grises passant insensiblement aux bolus sidérolithiques, peu riches en grains de fer. Le tout est incliné de 30° vers la plaine suisse.

Le Sidérolithique mesure en ce point environ 10^{m} et pénètre le Portlandien sous-jacent de grandes poches et de veines qui s'étendent fort loin dans le tunnel.

Le dysodile brûle avec une flamme très chargée de noir de fumée et contient, d'après les analyses de M. le prof. Häuptli à Winterthur, les substances suivantes :

Analyse du charbon desséché à 105° :

Argile, silice, oxydes métal. 61.90, CO_2 12.45, N 0.85, C 16.59, H 1.68, O 6.53.

Analyse de la partie organique après élimination de la cendre :

C 64.67, H 6.55, N 3.31, O 25.57.

Il y a des infiltrations de pyrite dans les dioclases de ces couches, puis aussi par places entre les feuillets. Cette pyrite est épigénique, en grande partie oxydée en limonite qui imprègne souvent aussi les feuillets de dysodile; elle est accompagnée de lamelles de sélénite cristallisée qui s'est infiltrée entre les couches du combustible. Les feuillets de dysodile sont flexibles à l'état frais, comme du papier; ils ont rarement plus de 2^{mm} d'épaisseur : ils s'exfolient et se subdivisent encore en feuillets plus minces par la dessication. Ils renferment, outre les poissons indiqués, quelques corps problématiques, des concrétions aplaties, amygdaloïdes, puis des

lames minces et des disques de calcite épigénique en grand nombre.

Au point de vue stratigraphique, cette découverte est importante, parce qu'elle montre en Suisse, sur la rive N. de la mer du Flysch, l'existence de lagunes de l'âge du gypse d'Aix-en-Provence (Sestien) et d'Apt au sommet du Sidérolithique, et une communication de la mer du Flysch avec le lac d'Alsace qui a déposé les calcaires éocènes de Moutier, Morvillars, Brunnstatt.

M. le Dr L. Rollier, de Zürich a cherché à déterminer l'*origine des éléments détritiques du calcaire grossier du Randen* et d'autres niveaux de la Molasse. Il a constaté que, tandis que le résidu insoluble du Muschelsandstein de la Suisse septentrionale est constitué par un sable granitique fin avec grains de glauconie, celui du calcaire grossier du Randen est formé par un sable polygénique grossier et sans glauconie, qui comprend les mêmes éléments vindéliciens que la Nagelfluh subalpine et que les gros sables de Benten (canton de Zürich). Les galets d'oolithes jurassiennes et de jaspe, qui existent dans le calcaire du Randen, se retrouvent, quoiqu'en plus petite quantité à Benten. (Pour plus de détails, voir l'article qui paraîtra prochainement dans les *Archives*.)

M. le prof. A. Heim, de Zurich, expose à la section sa *carte géologique au 1 : 25000 de la chaîne du Sentis*, qu'il vient de terminer et qui n'est pas encore publiée, et une série de profils à travers cette chaîne.

Au point de vue stratigraphique nos connaissances sur le Sentis se sont considérablement précisées en ce

sens que, tandis qu'on classait tous les calcaires blancs du Crétacique inférieur dans l'Urgo-aptien (Schrattenkalk), il est reconnu actuellement qu'une partie de ces calcaires représentent le Valangien moyen, une partie seulement l'Urgonien.

Au point de vue tectonique le massif du Sentis est constitué par six plis principaux, qui tendent à s'écarter de l'W. à l'E. et sont tous déjetés au N. Les jambages septentrionaux de ces plis, toujours renversés, montrent tous une réduction marquée de l'épaisseur des couches, qui va souvent pour une partie de celles-ci jusqu'à la suppression complète, ou au morcellement de certaines couches en paquets détachés. Plusieurs centaines de fractures transversales coupent ces différents plis ; la plupart d'entre elles montrent un décrochement horizontal ; vers l'extrémité orientale des chaînes, là où viennent mourir les anticlinaux, elles prennent le caractère de véritables failles avec décrochement vertical ; toutes ces fractures sont nées seulement pendant la dernière phase du plissement.

Le massif du Sentis dans son ensemble représente le jambage supérieur replissé d'une grande nappe de recouvrement. Les observations de détail concernant cette région seront publiées prochainement dans les *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse* comme seizième livraison de la nouvelle série.

Botanique.

Président : M. le Dr R. Keller, Winterthur.
Secrétaire : M. le Dr P. Vogler, Saint-Gall.

R. Keller. Formes biologiques du Salvia pratensis. — Nægeli. L'élément atlantique de la flore du nord-est de la Suisse. Rikli. L'élément alpin dans la flore du Lægern. — Vogler. Le Taxus baccata en Suisse. — Keller. Les Cerastium de la flore suisse. — Thellung. Plantes adventices du canton de Zurich. — Hegi. Les plantes alpines de l'Oberland zurichois. — Senn. La position nocturne des grains de chlorophylle. — Ernst. Les produits de l'assimilation et du métabolisme chez les Derbesia. — G. Huber. Etude limnologique de quelques lacs du Tyrol méridional. — Schellenberg. Quelques Sclerotinia nouveaux. — Jaccard. Influence de la pression sur la croissance des végétaux. — Rossel. Les résultats modernes des champs d'expériences. — Chodat. Cultures pures d'algues vertes.

M. R. Keller (Winterthur) parle des *formes biologiques du Salvia pratensis ;* il ne nous a point donné de résumé de ce travail.

M. le Dr O. Nægeli (Zurich). *L'élément atlantique de la flore du Nord-Est de la Suisse.*

Tandis que les immigrants pontiques forment sur les collines du N.-E. de la Suisse d'importantes associations et se continuent en lignes de dispersion ininterrompues, les éléments atlantiques, au contraire, sont rarement nombreux et ne se trouvent qu'en des localités particulièrement favorisées. Leur aire est discontinue. Seuls le Houx ainsi que le Tamier, la liane de nos forêts, sont généralement répandus. Tous deux portent dans leur apparence le masque d'un ciel plus chaud. De la Suisse

occidentale, les espèces atlantiques pénètrent le long du Jura ; beaucoup s'arrêtent déjà en Argovie, d'autres arrivent jusqu'à Zurich (*Daphne Laureola*, *Scilla bifolia*). *Helleborus fœtidus* pénètre jusqu'en Thurgovie. Comme des éclaireurs, le *Geranium nodosum* (Allmann), et *Helianthemum Fumana* (Trüllikon) apparaissent isolément. *Viola alba*, plante éminemment atlantique, qui manque dans l'Allemagne environnante, est encore abondante chez nous. Les plus recherchés des éléments de cette flore sont quelques Orchidées. Ainsi, *Oprys aranifera*, *Aceras* et *Himantoglossum*. Leur extension (cartes exactes) est typiquement subjurassique, parfois disloquée. Cette dernière distribution est tout à fait caractéristique pour les espèces atlantiques, qui souvent apparaissent en des stations chaudes et particulièrement favorisées, éloignées parfois de plusieurs centaines de kilomètres de leur aire propre, formant ainsi des îlots atlantiques. Exemples : le Kaiserstuhl dans le grand-duché de Bade, la région du Main, la région du Rhin, puis le Blantal près d'Ulm (*Aceras*, *Himantoglossum*, *Ophrys aranifera*), la Thuringe (les trois précédentes et *Helianthemum Fumana* ; enfin, les îles suédoises Gotland et Oeland (*Viola alba*, *Ophrys arachnites*, *muscifera*, *Helianthemum Fumana*) et l'île d'Oesel (*Aceras*).

En Suisse, on rencontre des oasis atlantiques près des localités suivantes : Aarau, le Lägern, Eglisau, Schaffhouse, Stein et Constance. Beaucoup des raretés citées ne peuvent plus être retrouvées dans ces localités ; il est extrêmement nécessaire qu'un contrôle soit entrepris, et ceci surtout pour élucider la question de savoir s'il s'agit dans l'espèce de restes d'une ancienne végétation.

M. M. Rikli (Zurich). *L'élément alpin dans la flore du Lägern et la question des reliquats glaciaires.*

Onze espèces du massif du Lägern et trois espèces de la région environnante — soit 14 espèces en tout — peuvent être regardées comme espèces véritablement alpines. Selon les constatations de M. Rikli, 10 d'entre elles représentent l'immigration jurassique et 3 autres — *Rhododendron ferrugineum*, *Alnus viridis*, *Arctostaphylos Uva-ursi* (dont les deux premières sont étrangères à la montagne proprement dite) — peuvent être considérées comme des reliquats glaciaires.

M. Paul Vogler (Saint-Gall) fait une communication au sujet du *Taxus baccata* en Suisse.

L'auteur s'était posé la question de savoir si le If devait être considéré comme espèce qui disparaît. Il résulte de l'enquête faite, avec l'aide de forestiers et d'autres personnes qui ont fourni de nombreux renseignements, qu'on ne saurait parler d'un recul spontané de l'If. Partout, en effet, où cet arbre n'est pas supprimé systématiquement par l'homme, il se maintient parfaitement et même s'étend davantage.

On peut déduire de la carte de dispersion actuelle de cette espèce en Suisse sa singulière distribution : Le plateau suisse est relativement pauvre ; plus riches les pentes du Jura et des Alpes qui sont tournées vers la plaine. On peut d'ailleurs préciser cette distribution de la manière suivante : *Plateau suisse*. Peu abondant au S.-O, plus abondant vers le N.-E. Centres principaux : Uetliberg, Albis, Winterthur, vallée de la Töss, Toggenburg. — *Alpes*. Sauf dans le canton des Grisons et au Valais, où il pénètre plus profondément, il est limité

ailleurs aux premiers contreforts. Centres prédominants : Saint-Gall-Appenzell, puis lac de Wallenstadt-vallée du Rhin, lac des IV Cantons-Rigi, lac de Thoune, vallée du Rhône de Martigny à Vevey. Au delà des Alpes, il n'est un peu abondant qu'au Sottocenere.

Jura : répandu tout le long de la chaîne; le plus abondant de Baden à Orbe ; les chaînes extérieures sont plus riches que les intérieures.

Stations les plus élevées :

Alpes : Weissrüfi près de Mutten au Schypass : 1700 m.

Pente méridionale des Churfirsten : 1700 m.

Jura : La Cornée près la Brévine (Neuchâtel) 1200 m. Près les Ponts, 1160 m.

Le mémoire détaillé paraîtra dans le *Jahrbuch der naturwissenschaftlichen Gesellschaft* de Saint-Gall.

M. KELLER. *Les Cerastium helvétiques.*

Le résultat d'une revision de nombreux herbiers ainsi que d'une correspondance avec M. le prof. D[r] Correns, à Leipzig, a fourni les conclusions suivantes :

1. *Cerastium glomeratum* Thuil. N'apparaît chez nous que sous sa forme glanduleuse ; on n'a rencontré avec certitude la forme *eglandulosum* qu'au Tessin. — Formes : *f. longipetalum* Bamb. Pétales presque deux fois plus longs que le calice; *f. apetalum* auct. Variété saisonnière.

2. *Cerastium brachypetalum* Desp. Apparaît presque exclusivement sous sa forme glanduleuse. La forme *eglandulosum* se trouve en groupe au Tessin, en exemplaires isolés au N. du canton de Zurich, et dans les cantons de Vaud, Valais et Genève.

3. *C. glutinosum* Fries comprend deux sous espèces. S. sp. *obscurum* Chaub. C'est la forme ordinaire fortement glanduleuse, vert foncé trouble, souvent teinté de rouge. S. sp. *pallens* Schultz. Moins glanduleux, vert pâle, les bractées moyennes bordées d'une membrane scarieuse, cependant moins marquée que chez *C. semidecandrum* (N. Zurich, Vaud).

4. *C. semidecandrum* L. Seulement sous la forme glanduleuse.

5. *C. triviale* L. Dans la plaine, presque seulement la forme églanduleuse, dans les Alpes souvent glanduleux ; partout très variable, jusqu'à 2100 m. Formes rencontrées : *f. alpestre* Hegetschw, déprimée, feuilles à peu près aussi longues que les entre-nœuds ; *f. holosteoides* Fr., glabre, munie d'une ligne décurrente de poils, rare. A séparer comme sous-espèces : s. sp. *fontanum* Baumg. Robuste, indûment long et dense, ordinairement sans glandes, pauciflore, mais à fleurs grandes; capsules atteignant 16 mm. ; ainsi dans les Grisons (principalement dans l'Engadine).

6. *C. latifolium* L., *uniflorum* Murith, *filiforme* Schleich sont difficiles à séparer comme espèces ; elles offrent des intermédiaires en relation avec la variabilité du substratum calcaire.

7. *C. alpinum* L. Typique dans les Alpes orientales, indûment long et mou, églanduleux ou peu glanduleux, vert grisâtre. *F. Pilatense* Siegfr., densément glanduleux et portant mêlés aux glandes des poils hérissés, glabrescent vers la base, vert jaunâtre : Pilate, mais aussi sous des apparences moins caractéristiques ailleurs. *F. lanatum* auct. Indûment dense laineux à poils tordus, églanduleux ou peu glanduleux.

8. *C. arvense* L. S. sp. *arvum* Schur. Forme de la plaine et des vallées des Alpes. Rejets stériles églanduleux, tiges fertiles ordinairement glanduleuses, rarement sans glandes. Apparaît sous différentes formes, auxquelles il faut aussi rattacher les plantes jurassiques se rapprochant de la sous-espèce suivante. — S. sp. *strictum* Hänke. Forme des Alpes et des Hautes Alpes. Très variable quant à la forme des feuilles, l'indûment, les glandes, la grandeur des fleurs, etc. ; on devra encore étudier la distribution des formes. Il faut subordonner au *C. strictum* la *f. viscidulum* Gremli, à port condensé, toute la plante à poils glanduleux denses, glutineux ; feuilles plus larges et plus courtes. Caractéristique seulement en Valais (Zermatt, Saas, etc.).

9. *C. tomentosum* L. Particulier au Valais, où il n'est pas rare (Martigny, Sion, Sierre, Louèche, Brigue, etc.).

10. *C. trigynum* L. Rarement glanduleux vers la partie supérieure de la tige. Hybrides : *C. alpinum* × *strictum*. Grisons (sur Avers, sur Arosa). *C. obscurum* × *semidecandrum* (avec doute). Gare de Zurich.

M. A. Thellung (Zurich) parle de la *Flore adventice du canton de Zurich* et présente une série d'échantillons séchés relatifs à cette flore.

M. G. Hegi (Winterthur). *Les plantes alpines de l'Oberland Züricois.*

L'auteur a soumis à une nouvelle étude la question de l'origine et de la pénétration des plantes alpines dans l'Oberland zuricois. Il arrive à cette conclusion que les sommets (les dômes) de cette région et des contrées avoisinantes ont été libres de neige et de glace au moins

pendant la fin de l'époque glaciaire (Wurmzeit). Ainsi, les conditions étaient alors données pour le développement de formations comme les Tundra, la végétation des rochers et les pâturages alpins. La pénétration de cette flore alpine est centrifuge ; elle s'est faite à partir du massif du Speer dans la chaîne des Churfirsten et ne doit pas être ramenée à l'époque du retrait des derniers glaciers. On peut citer contre l'opinion d'une immigration récente le fait que ces plantes apparaissent en formations continues ; de même l'interruption brusque de cette flore alpine selon une ligne horizontale au Hörnli et son absence sur les pentes et le fond de la vallée supérieure de la Töss sont également opposés à cette théorie du retrait.

Les plantes alpines sont limitées en général au domaine qui a été libre de glace et sont arrivées seulement plus tard, entraînées par les eaux courantes ou le vent, dans les régions antérieurement occupées par les glaciers.

M. le D[r] SENN (Bâle). *La position nocturne des grains de chlorophylle.*

Tandis qu'on sait, depuis les recherches de Stahl (1880), qu'on peut ramener la disposition des grains de chlorophylle en lumière diffuse ou directe, à des effets de direction et d'intensité du rayon solaire, on ignorait complètement les causes qui déterminent leur position nocturne. Elle consiste, chez *Funaria hygrometrica*, comme d'ailleurs chez beaucoup d'autres plantes, en ceci que les grains de chlorophylle cherchent à se placer le long des parois cellulaires, par lesquelles deux cellules sont contiguës, laissant nues les parois qui sont tournées vers l'atmosphère.

L'auteur a réussi à modifier expérimentalement cette disposition des grains de chlorophylle, qui vont se placer contre les anticlines, où ils demeurent. Il suffit, en effet, de coller les feuilles très sensibles de *Funaria* sur une gelée de gélatine à 10 $^0/_0$. Lorsqu'on expose les feuilles ainsi traitées à la lumière solaire ou qu'on fait agir pendant longtemps la lumière diffuse, les grains de chlorophylle abandonnent les parois qui confinent à la gélatine, tandis que dans l'obscurité, ils y restent.

Pour élucider cette remarquable action de la gélatine, l'auteur a fait agir divers agents chimiques sur les feuilles de *Funaria* qu'on avait fait adhérer à des lamelles de mica percées d'orifices par lesquels on pouvait régler cette action unilatérale.

Les recherches de l'auteur ont montré que les grains de chlorophylle sont chimiotactiques vis-à-vis de l'anhydride carbonique (ce qui explique l'inversion des grains de chlorophylle dans les feuilles collées sur la gélatine). Ils se comportent de même à l'égard de divers sels dissous dans l'eau, en particulier les sulfates ($MgSO^4$, Na^2SO^4, $NaHSO^4$, $KHSO^4$, H^2SO_4 [0,005 $^0/_0$]). D'autres sels (KNO^3. $NaNO^3$, $KHPO^4$), etc., ont une action contraire, ils repoussent au lieu d'attirer.

Ces propriétés chimiotactiques peuvent expliquer la plupart, peut-être toutes les dispositions des grains de chlorophylle dans l'obscurité, en particulier leur accumulation autour du noyau (systrophe) qui, ainsi qu'on le sait, contient toute une série de substances nécessaires à la plante.

M. Ernst (Zurich) parle des *produits de l'assimilation*

et du métabolisme chez les Derbesia. Nous n'avons pas reçu de résumé de cette communication.

M. le Dr G. Huber (Zurich). *Etudes limnologiques de quelques lacs du Tyrol méridional.*

Les deux lacs de Montiggl et celui de Kaltern, situés tous trois dans le Tyrol méridional, au sud de Botzen, sont les seuls lacs du Tyrol qui aient fait l'objet jusqu'ici d'une étude limnologique complète. Après avoir élucidé, d'après des observations personnelles, l'origine probable de ces lacs, M. Huber décrit en détail la configuration et la structure géologique de leur bassin et indique les températures maxima et minima et la couleur de leurs eaux. La *partie biologique* de son travail lui a fourni les résultats suivants :

I. Zone littorale. Le lac de Kaltern est entouré d'une ceinture de *Phragmites* qui manque aux lacs M. Au sud du grand lac M. on peut voir s'étager les formations selon le schéma donné par Magnus (mais sans cariçaie et sans zone d'algues de fond dans le sens de Brandt). Envahissement des végétaux (assèchement) sur tout le littoral du Kalt'see; ceci n'arrive au grand lac M. que dans sa partie méridionale (*Carex stricta et Menyanthes*). Nombre des macrophytes du lac M. (flore lacustre + fl. périphérique) : 20 espèces ; microphytes : 258 ; animaux de la zone littorale, vertébrés (poissons inclus : 12 ; invertébrés : 117 (espèces et variétés).

II. Zone profonde. Flore pauvre, pas d'algues typiques du fond ; toutes les espèces se retrouvent au littoral ou dans le plancton ; beaucoup de vase de fond.

III. Au large (M.). Phytoplancton bien représenté qualitativement : 42 espèces et variétés ; ce phyto-

plancton est dépassé quantitativement par le zooplancton ; les Schizophycées sont très subordonnées; de même les Diatomacées, sauf *Tabellaria*, *Cyclotella* et *Synedra* un peu plus nombreux ; absence de *Melosira*. Chlorophycees et Mastigophores relativement les plus nombreux. Zooplancton formant toujours la masse principale, 41 espèces (et var.); fort développement des Rotifères (20 espèces) et des Crustacés (12). Masse du Plancton faible (loi de Strodtmann). Démonstration d'une série de variations cycliques déjà connues (ainsi variantes de *Anuræa cochlearis : Typica-tecta-hispida*, au sens donné par Lauterborn. Variation saisonnière exprimée par la statistique de variation en rapport de la grandeur du corps. Les lacs M. montrent parmi leurs éléments planctoniques des types héléoplanctoniques. Ces deux lacs et le Kalt'see sont des lacs au sens donné par Schroeter ; mais d'après la nomenclature de Chodat, ce seraient des lacs-étangs.

Ainsi qu'il ressort d'une comparaison faite avec la liste des algues du Tyrol (Dalla Torre-Sarnthein), 65 des 300 algues observées (16 du plancton) sont nouvelles pour ce pays.

M. K. C. Schellenberg (Zurich). Sur des *Sclerotinia* nouveaux.

M. Schellenberg a trouvé sur *Sorbus Aria*, à Wassen (Reusstal), un Sclerotinia comparable, au point de vue biologique, au *S. Aucuparæ* Woronin. Il s'en sépare nettement d'ailleurs par ses ascospores ovales et par ses apothècies à la fois beaucoup plus petites et relativement plus nombreuses. Les conidies qui se forment sur les feuilles de l'hôte sont sphériques et mesurent de

7-10 μ. C'est le *Sclerotinia Ariæ* sp. nov. — M. Schellenberg a aussi rencontré, il y a deux ans, sur *Sorbus Chamæmespilus*, dans la forêt en face de l'auberge de l'Ofenberg, des fruits mômifiés par un Sclerotinia, et il a pu faire une observation analogue, cette année, à Poschiavo, sur *Mespilus germanica*.

On connaît depuis longtemps les sclérotes de l'orge, dus également à un Sclerotinia. Le champignon attaque ici la base du chaume, et les plantes ainsi attaquées demeurent rabougries. L'apothécie, qui a 1 à 1 $^1/_2$ mm. de diamètre, est supportée par un pédicule long d'environ 2 mm. Les asques mesurent 65 μ ; les ascospores sont ovales, légèrement atténués aux deux bouts, et mesurent 5-6,5 μ. Ce champignon reçoit le nom de *Sclerotinia Hordei*.

Enfin, les fruits du Noyer présentent souvent des signes de décomposition de la graine et du péricarpe. Les fruits ainsi atteints tombent avant la maturité et noircissent sur le sol. La maladie se manifeste d'abord dans la graine, puis elle traverse le péricarpe jeune, et enfin elle attaque l'enveloppe verte. La coquille infectée donne naissance à de petits sclérotes qui produisent des Botrytis. Cette maladie est donc causée par un Sclerotinia botrytipare.

M. Paul Jaccard. 1° *Influence de la pression des gaz sur la croissance des végétaux*. Nouvelles recherches.

Dans un article publié dans *Berichte der deutsch. botan. Gesell.*, mars 1903, M. Oswald Richter, sans avoir d'ailleurs répété les expériences de M. Jaccard, attribue l'accélération de croissance des plantes croissant dans l'air déprimé, au fait que ces plantes ont été

soustraites à l'influence de l'air du laboratoire, tandis que les plantes servant de contrôle étaient entravées dans leur développement par l'air du laboratoire, toujours plus ou moins chargé de gaz d'éclairage et de vapeurs acides ou mercurielles. Les cultures entreprises par M. Jaccard, en juin et juillet dernier, dans le labotoire de physiologie végétale du Polytechnikum, n'ont présenté aucune des altérations ou dégénérescences signalées par M. Richter; toutes étaient pleines *de vigueur et parfaitement normales*, aussi bien dans l'air du laboratoire à la pression normale que dans l'air déprimé. Les expériences ont porté sur pommes de terre, aubergines, cyclamen, topinambours, maïs, blé, tabac, polygonum sacchalinense, fèves. Les cloches employées avaient 55 cm. de hauteur, une contenance de 33 litres environ. La pression atmosphérique était abaissée dans une partie des cloches au moyen de la trompe à eau à $^1/_2$ atmosphère environ (30-40 cm. Hg). Les cloches de contrôle, identiques aux autres, étaient fermées hermétiquement et traitées de la même manière que les autres, sauf pour la pression.

En tenant compte de la moyenne des diverses expériences, la croissanee est sensiblement accélérée dans l'air déprimé. La difficulté qu'il y a d'obtenir des plantes supérieures adultes *exactement comparables*, empêche de tirer une conclusion certaine d'un petit nombre d'expériences; ce n'est qu'en les multipliant et en tenant compte de la moyenne des résultats qu'on observe une différence appréciable.

L'opinion de M. O. Richter attribuant cette différence à l'influence pernicieuse de l'air du laboratoire est, dans le cas particulier, *absolument insoutenable*. Ce

qui plus que l'air du laboratoire doit avoir entravé le développement des cultures faites par M. O. Richter à Prague, dans l'hiver de 1902-1903, c'est *le manque de lumière*. Les cultures faites à Paris, en 1902, par M. Jaccard se trouvaient *à tous égards* dans des conditions très favorables.

2° *Mycorhizes endotrophes chez Aesculus Hippocastanum.*

M. Vaage, à la suite d'un travail entrepris dans le laboratoire du prof. Frank, à Berlin (1894), sur les racines des Hippocastanées, conclut à l'absence de mycorhizes chez le marronnier d'Inde et chez les Hippocastanées en général. M. Sarrauve, dans la *Revue mycologique*, 1904, arrive à la même conclusion. En examinant les racines d'un grand nombre de marronniers et de *Pavia rubicundra* provenant des environs de Zurich, l'auteur a rencontré *d'une manière constante* des mycorhizes endotrophes dans les *courtes racines latérales* (Kurzwurzel), ainsi que dans le parenchyme cortical des radicelles de tous les individus examinés.

Dans les « Kurzwurz », le développement des hyphes marche de pair avec la disparition des tannoïdes. Le tissu sous-épidermique des longues radicelles renferme une quantité de spores du type *Fusarium* mélangées à de nombreuses hyphes qui semblent appartenir à l'espèce endophyte; enfin, le parenchyme cortical renferme en assez grande quantité de gros organes (*sporangioles* de Jane) remplis de *sphérules*, qui sont insérées sur les ramifications des hyphes.

3° *Nouvelle forme de mycorhizes chez l'Arolle (Pinus Cembra).*

En parcourant la Haute-Engadine, l'auteur a recueilli

sur les racines de jeunes arolles croissant sur des coussins d'airelles couvrant de gros blocs de granit, de grosses *nodosités blanches* irrégulières, de la grosseur d'un pois, portées par les radicelles et s'étalant directement sur la couche d'humus et de radicelle en contact avec la surface de granit. Un examen rapide a montré qu'il s'agit de courtes ramifications radiculaires complètement enveloppées d'une pelotte d'hyphes blanches. Une étude plus complète paraîtra prochainement.

M. Arnold Rossel. *Les champs d'expériences agricoles et la nourriture des plantes.*

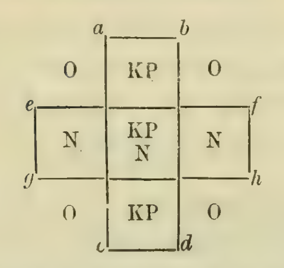
L'agriculture est en progrès, elle sort définitivement de la routine pour devenir une science exacte qui doit figurer dorénavant dans le programme de la Société helvétique des sciences naturelles.

Ce sont surtout les champs d'expériences qui sont en progrès et qui, dirigés par des savants compétents, donnent des résultats d'une haute valeur scientifique. On sait aujourd'hui que l'analyse chimique du sol ne donne pas de résultats suffisants quant à son influence sur le développement des plantes et des espèces, et cependant il n'en existe pas moins une relation très intime entre les substances minérales qu'elles contiennent et celles contenues dans le sol où se trouve la racine. La loi du *minimum* est absolument démontrée, c'est-à-dire que si toutes les substances nécessaires à la nourriture des plantes sont contenues dans le sol, à l'exception d'une seule qui soit en quantité insuffisante, la plante ne se développe qu'en raison de la quantité minimum de cette dernière. Une substance nutritive minérale ne peut pas être remplacée par une autre; les

plantes se nourrissent par la racine de chaux, de potasse, d'acide phosphorique, de fer, de soude, de magnésie, etc., en quantité variable, et il n'est pas démontré qu'il n'existe pas une relation intime entre certaines plantes rares et des substances minérales rares qui sont peut-être contenues dans le sol en quantité minimum pour les nourrir. Par l'association de la botanique, de la chimie et de la physique (analyse spectrale des cendres et des substances contenues en minimum dans le sol), on arriverait à établir cette relation, si toutefois elle existe.

Un fait démontré, c'est que le développement des plantes agricoles donne des indications très exactes sur les quantités nutritives contenues dans le sol qui leur convient. Pour s'en assurer, il suffit de lire les rapports de MM. Dusserre, Chuard, Martinet, Jeanrenaud, Liechti, chimistes agricoles de nos stations de Lausanne, de Sernier (Neuchâtel) et de Berne. M. Dusserre a publié un travail très remarquable sur l'influence de certaines substances minérales sur les espèces végétales.

Une disposition pour champs d'expériences, qui peut rendre des services au botaniste qui veut en plein air, dans le Jura ou dans les Alpes, faire l'essai de l'influence de certaines substances minérales sur les végétaux, est la suivante. On dessine sur le sol une figure en forme de croix à branches égales *a*, *b*. *c*, *d* et *e*, *f*, *g*, *h*.



On obtient ainsi neuf carrés, dont quatre en dehors de la figure. Ces carrés ont, suivant les circonstances, de 1 à 4 mètres de côté.

Une expérience très intéressante à faire en botanique est, par exemple, d'expérimenter l'influence de la chaux sur les végétaux, même en terrains qui paraissent calcaires. Si les carrés ont 1 mètre de côté, on répand sur les deux surfaces *a*, *b*, *c*, *d* et *e*, *f*, *g*, *h* un demi kilogr. de calcaire finement pulvérisé; sur la branche *a*, *b*, *c*, *d*, on répand 200 gr. de scories Thomas (P), contenant de l'acide phosphorique, et 100 gr. de sel de potasse (K) ; sur la branche *c*, *f*, *g*, *h*, 100 gr. de salpêtre du Chili (N).

M. Rossel est persuadé qu'on arriverait, avec ce dispositif si simple, à des résultats très intéressants.

Dans son exemple :

4 carrés O servent de témoins.
2 » KP reçoivent de l'acide phosphorique et de la potasse.
2 » N, de l'azote (salpêtre).
1 » KP.N, de l'acide phosphorique, de la potasse et de l'azote.

Il est évident que l'on peut varier à volonté les substances, que l'on répand sur le sol.

L'auteur émet le vœu, en terminant, que les résul-

tats obtenus par les expériences agricoles soient appréciés à leur valeur scientifique et que les auteurs de ces travaux veuillent bien les communiquer à la Société helvétique des sciences naturelles.

M. CHODAT présente une série de *cultures pures d'algues vertes*, de *Cyanophycées* et de *Diatomacées*. Il explique les modes de préparation des milieux à ensemencer et indique les résultats déjà obtenus. En particulier, il exhibe des cultures très vigoureuses de Hormococcus dissectus devenues saprophytes à la lumière. Les cellules incolores se multiplient et prennent leur carbone dans le milieu de culture sous forme de sucre. Il est à remarquer que cette disparition de la chlorophylle est surtout provoquée par la présence de combinaisons hydrocarbonées, saccharose, glycose, etc., et qu'elle n'est point due à la présence de corps azotés organiques. En effet, ni les amides ni les peptones n'accélèrent ce saprophytisme suivi de décoloration. Au contraire, les cultures qui contiennent une dose suffisante de peptone se décolorent le plus lentement.

Le passage de l'algue à l'état de champignon (dans la lumière) paraît donc essentiellement déterminé par la présence de substances ternaires (sucre, etc.)

Ainsi qu'on pouvait le prévoir par ce qu'on sait des champignons, le saprophytisme de l'algue est surtout caractérisé par sa dépendance vis-à-vis du carbone organique.

Toutes les algues ne se laissent pas ainsi dégrader. L'auteur exhibe en particulier des cultures pures de gonidies de *Solorina crocea*, un lichen qui, à la, lumière, dans les mêmes conditions que les précédentes, reste vert et est peu modifié par la variation des milieux.

Zoologie.

Président et *Secrétaire:* M. le Dr FISCHER-SIGWART (Zofingue).

Forel, F.-A. Histoire des mouettes rieuses du Léman. Nouveau procédé de pêche profonde. — Fischer-Sigwart. Conséquence de la mise à ban du district de Sempach.

M. F.-A. FOREL, de Morges, fait *l'histoire des mouettes rieuses (Lavus nidibundus)* du Léman et de leurs migrations probables. Ces oiseaux passent l'hiver en grand nombre, plusieurs milliers, chez nous où ils viennent mendier le pain qu'on leur jette dans les ports de Genève, Ouchy, Vevey, Morges, etc. Vers le 20 mars ils partent presque tous vers le Nord ; ils vont nicher sur les îlots et sur les plages désertes des lacs de Scandinavie, de Finlande, de Pologne, etc.

Tandis que la grande colonne de retour, comprenant les familles de mouettes avec leurs jeunes de l'année reviennent au mois d'octobre seulement, dés la fin de juin ou dans les premiers jours de juillet on voit arriver de grands vols d'adultes, d'aprés les dénombrements faits cette année au nombre de quinze cents environ. Trois essais d'explication de ce retour partiel de juillet sont proposés dans ces termes :

Ou bien ce seraient les paires de mouettes dont les nids auraient été dévastés par les paysans qui vont volontiers sur les *rockeries* (plages à nichées) piller les œufs dont ils sont friands.

Ou bien ce seraient les parents qui auraient quitté les rockeries une fois leurs jeunes émancipés.

Ou bien ce seraient les mâles, en nombre superflu qui n'auraient pas trouvé à s'apparier (D[r] Fischer-Siegwart).

Les dénombrements des mouettes du Léman ont donné cette année :

En hiver, plusieurs milliers ;

En mai et juin, deux cents à trois cents ;

Au commencement de juillet, mille huit cents à deux mille.

Parmi ces derniers, au mois de juillet on compte quelques jeunes au plumage brun, de un ou deux mois d'âge, environ le cinq pour cent du nombre total. Cela indiquerait quelques nichées indigènes, peu nombreuses, une cinquantaine peut-être.

M. F.-A. Forel décrit un *nouveau procédé de pêche dans la région profonde des lacs*. Il attache à une ancre des fauberts (paquets d'étoupes) et des balais de fils de coton, reliés par une corde à une bouée ; il les laisse reposer au fond du lac, pendant un, deux ou trois jours, puis il les retire et les lave à grande eau dans un large baquet. Ces fauberts ramènent un grand nombre d'animaux, bien des centaines dans chaque pêche, Hydrachnides, Crustacés, etc. Toute la faune profonde n'est pas également représentée, mais certains types sont très abondants.

M. le D[r] Fischer-Sigwart, de Soleure, rend compte d'une série d'observations qu'il a pu faire sur les *conséquences de la mise à ban du district de Sempach*.

Ce territoire ayant été mis à ban à partir de l'automne 1900, on y vit bientôt s'établir un grand nombre

d'oiseaux de tempérament craintif. Déjà en automne 1901 de grandes troupes de foulques noires s'abattirent sur le lac ; une bande particulièrement nombreuse arriva du Nord le 31 octobre et il en resta une partie importante pendant tout l'hiver suivant, tandis qu'une fraction continua après peu de jours son voyage. L'on vit en outre arriver sur le lac de Sempach de petits vols de la même espèce, qui s'étaient évidemment détachés de la colonie établie depuis plusieurs années à Lucerne, qui ne se mêlèrent jamais aux foulques du Nord et qui restèrent constamment beaucoup moins sauvages. Lorsqu'en janvier 1902 le lac de Sempach gela, les foulques du Nord reprirent leur vol vers le Sud, tandis que les individus demi-domestiqués du pays furent complètement désemparés par ce contre-temps ; beaucoup périrent de froid et de faim, d'autres se laissèrent prendre et furent nourris jusqu'au dégel dans des poulaillers. Les oiseaux ainsi nourris pendant les jours froids revinrent d'eux-mêmes tous les soirs dans leurs poulaillers pendant longtemps après qu'ils eurent été remis en liberté, ce qui montre à la fois leur état de demi domestication et leur filiation avec la colonie de Lucerne.

Les foulques noires sont du reste devenues plus abondantes en Suisse depuis quelques années et y sont répandues sur des territoires nouveaux ; on en a capturé dernièrement chaque hiver dans les environs de Zofingue, qui étaient sur le point de crever de faim ; elles sont apparues à une époque récente seulement sur les lacs de Zurich et de Zoug, sur le Mauensee, etc.

La mise à ban du district de Sempach a favorisé en second lieu l'établissement sur le lac du grèbe huppé.

Cet oiseau, qui était chassé jusqu'en 1900 chaque hiver dans la région de Sempach, n'y avait semble-t-il jamais niché. Depuis lors il s'y est au contraire établi et y a élevé des couvées. M. Fischer-Siegwart en a observé en mai 1904 plusieurs individus en toilette de noce (deux mâles et une femelle) et en possède un exemplaire également en toilette de noce dans sa collection.

D'autres espèces ont profité des avantages du ban pour s'établir sur le lac de Sempach ; ce sont le canard sauvage, la marouette girardine, la marouette poussin, le harle, etc.

Médecine.

Président : M. le Dr G. Stierlin, Winterthur.
Secrétaire : M. le Dr O. Rossel, Aarau.

O. Rossel. Nouvelle méthode pour la recherche du sang. — E. Imhof. Structure des couches épithéliales des extrémités des phalanges des doigts. — E.-C. Müller. De l'influence qu'exercent les phénomènes psychiques et physiologiques sur la résistance électrique du corps humain.

M. le Dr O. Rossel (Aarau) fait une communication sur une *nouvelle méthode pour la recherche du sang* dans les cas cliniques et les cas de médecine légale.

Après avoir démontré l'insuffisance des méthodes existantes (Heller, Teichmann et Ssrygowski, Korcynski et Jaworski, Weber et Schönbein, Bourquelot), M. Rossel décrit sa méthode qui a été simplifiée et améliorée dernièrement. D'après les expériences de Schär et de Boas, elle ne laisse rien à désirer au point de

vue de la simplicité du procédé, de la sûreté des conclusions et de la beauté de la démonstration.

Préparation de la substance à examiner. — Le suc gastrique, la plupart des urines, les selles diarrhéiques peuvent être examinés de suite sans préparation. Certaines urines qui donnent une émulsion trop épaisse avec le réactif, doivent être diluées ; il en est de même des matières fécales dures. Pour la recherche du sang mélangé à des substances qui peuvent également donner la réaction du gaïac ou de l'aloïne, il faut, dans les recherches médico-légales, suivre le procédé indiqué par l'auteur dans un travail antérieur (voir *Deutsch. Arch. fur klin Med.*, tome 76, page 515).

Pour la recherche des traces de sang dans les selles, au lieu de dégraisser les selles, on peut les traiter avec l'acide acétique glacial et une solution de 70 à 80 % d'hydrate de chloral ; on mélange intimement le morceau de matière fécale et le réactif et on laisse digérer la bouillie ainsi obtenue pendant quelques heures.

Réactif à l'eau oxygénée et à l'aloïne. — On verse dans un tube à réactif la substance à examiner brute ou préparée comme on vient de l'indiquer, de façon à ce qu'elle remplisse un quart du volume de l'éprouvette ; on acidifie, si cela n'a pas encore été fait, avec 1 cm^3 d'acide acétique glacial. Puis on y ajoute le double en volume d'éther ; on agite doucement et on mélange en tournant lentement le contenu de l'éprouvette pendant deux à cinq minutes. Si l'éther ne se sépare pas nettement de la masse, on peut en rajouter un peu et secouer de nouveau ou verser encore quelques gouttes d'acide acétique, ou bien encore refroidir l'éprouvette dans l'eau glacée. L'extrait éthéré acétique contient alors

tout le sang contenu dans l'échantillon à examiner ; on le reçoit dans une seconde éprouvette propre et on lui fait subir la double réaction : 1) une pointe de couteau de poudre d'aloïne des Barbades est dissoute dans l'extrait éthéré ; 2) on y ajoute quelques gouttes d'eau oxygénée (Merk) concentrée. On agite le tout pendant une demi à 3 minutes, jusqu'à ce qu'on voie paraître une coloration rougeâtre. C'est le *rouge d'aloïne* qu'on sépare de l'éther en ajoutant quelques gouttes d'eau et en secouant l'éprouvette. On voit alors apparaître au repos le rouge d'aloïne dissout dans l'eau et séparé de l'éther. Cette élégante réaction ne se produit que si le sang n'est pas putréfié.

Avant de se servir de l'aloïne des Barbades, il faut examiner la sensibilité au réactif avec de l'eau oxygénée et des solutions de sang diluées de 1 $^0/_{00}$ à 0,50 $^0/_{00}$.

Schär, au lieu de l'eau oxygénée concentrée, emploie un mélange d'eau oxygénée concentrée diluée avec un volume d'eau et de l'alcool concentré, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide acide, de telle façon que le mélange contienne à peu près 1 $^0/_0$ d'eau oxygénée.

Le réactif indiqué par le D[r] Rossel a permis à Boas de reconnaître la présence du sang dans les selles dans 65 cas de cancer de l'estomac sur 67.

Elle est utile également pour le diagnostic de l'ulcère rond de l'estomac ou du duodénum, ou du carcinome intestinal, en tenant compte des causes d'erreur qui pourraient venir de sang avalé ou du sang d'hémorrhoïdes. Il faut, avant de se prononcer, faire des examens répétés. Comprise ainsi, cette réaction devient un complément indispensable du diagnostic des maladies précitées.

M. Othm. E. Imhof (Zurich) fait une communication sur *la structure des couches épithéliales des extrémités des phalanges des doigts.*

M. Eugène-Conrad Müller (Zurich) fait une communication intitulée : *De l'influence qu'exercent les phénomènes psychiques et physiologiques sur la résistance électrique du corps humain.*

Les recherches faites sur la résistance électrique du corps humain, ont démontré son extrême variabilité, qui dépend principalement des facteurs suivants :

1. Le moment de la journée où l'on fait les mensurations.

2. Les habitudes de la personne en expérience. Ainsi les abstinents ont un degré très élevé de résistance électrique, les alcooliques un degré relativement abaissé.

3. L'état psychique et nerveux de la personne en expérience. Ainsi on a pu constater des modifications bien nettes de la résistance par des excitations psychiques qui la diminuent en général. Les neurasthéniques et les nerveux présentent une diminution bien nette ; dans l'état hypnotique, la courbe de résistance présente une allure spéciale.

4. Certains phénomènes physiologiques accentués, tels que la respiration forcée, diminuent la résistance électrique.

5. L'action de courants alternatifs sur des personnes neurasthéniques à faible résistance électrique augmente cette résistance.

Art de l'ingénieur.

Président : M. le Dr H. Sulzer-Steiner, Winterthur.
Secrétaire : M. O. Girowitz, professeur, Winterthur.

H. Büler. Destruction des balayures par combustion. — O. Imhof. Triangulation et hydrographie.

M. Bueler, de Zurich, fait une communication *sur la destruction des balayures par combustion*. Le produit du balayage des habitations est un des véhicules les plus dangereux des germes de maladies de toutes sortes. L'utilisation à peu près nulle de ces matières fait qu'elles s'accumulent rapidement dans les grandes cités et qu'une saine administration urbaine doit rechercher les meilleurs moyens de s'en débarrasser autrement que par des dépôts aux alentours des villes, en les enfouissant dans le sol ou en les noyant dans les rivières, les lacs ou la mer.

Parmi les différentes méthodes proposées pour se débarrasser des balayures, le seul pratique s'est trouvé être la combustion. L'Angleterre peut se vanter d'avoir la première, il y a 30 ans déjà, employé ce procédé. Après qu'il eut été bien établi qu'avec des fours appropriés on peut éviter toute production de gaz méphitiques et l'apport d'autres substances inflammables pour la combustion des balayures, ce moyen de destruction pénétra aussi sur le continent.

Toute installation destinée à ce genre de combustion consiste en un four dans lequel sont traitées les balayures, et une vanne de tirage par laquelle les produits gazeux s'échappent dans la cheminée et de là dans l'air. Le four se divise en plusieurs compartiments

dont la sole est inclinée de 25° à 30°. Les balayures sont introduites dans la partie supérieure de ces divers compartiments. Les résidus et scories descendent à la partie inférieure et tombent dans un cendrier, tandis que les produits gazeux s'échappent par de petits canaux percés dans la voûte de chacun des compartiments et aboutissant à la vanne de tirage. Comme la température de ces derniers atteint environ 500°, on les utilise pour la production de vapeur. Pour éviter que les gaz ainsi utilisés entraînent les poussières nocives dans l'atmosphère, on dispose un filtre à poussière entre le foyer de la chaudière qu'ils actionnent et la cheminée.

Les résidus de combustion qui sont complètement stériles, représentent à peu près le 40 % du volume des balayures traitées. Ils peuvent être utilisés comme matériaux d'agrégation et employés pour du mortier ou des plots de béton. Leur valeur comme engrais peut être considérée comme à peu près nulle. Leur teneur est :

$$P_2O_5 = 1.3 \text{ à } 1.4\ \% \qquad K_2O = 0.4 \text{ à } 0.8\ \%$$

Les données manquent encore pour apprécier le rendement des balayures comme production de chaleur.

Une installation de cette nature fonctionne depuis trois mois à Zurich, et s'il est impossible de dire encore ce que sera son rendement industriel, on peut relever dès à présent sa haute valeur au point de vue sanitaire, de nature à encourager d'autres administrations urbaines.

M. O. Imhof, à Brugg, présente ses idées sur *la triangulation et l'hydrographie.* Ce travail n'est pas destiné à la publication.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1903

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER

Professeur et directeur de l'Observatoire de Genève.

I. Introduction

Le *résumé* pour l'année 1903 ne diffère que très peu du précédent. Une station pluviométrique ayant été installée au cours de 1902 dans le voisinage du Grand-Saint-Bernard, à Bourg-Saint-Pierre, nous avons obtenu du Bureau météorologique central de Zurich l'autorisation de publier dans les tableaux météorologiques mensuels, à côté des chutes d'eau du Grand-Saint-Bernard, celles des stations de Martigny, Orsières et Bourg-Saint-Pierre, grâce aussi à l'obligeance des observateurs de ces stations. Cela a motivé un petit tableau supplémentaire à la fin de chaque mois. Nous en reparlerons au paragraphe relatif aux précipitations. Toutes les modifications introduites en 1901 et en 1902 ont d'ailleurs été maintenues.

Quant au résumé annuel, il ne diffère pas des précé-

dents. Tous les tableaux contiennent *treize* mois, de décembre 1902 à décembre 1903, afin que les moyennes annuelles correspondent à la fois à *l'année météorologique* et à *l'année civile*. Seul le tableau V fournissant les températures de cinq en cinq jours à Genève n'a été, comme précédemment, établi que pour l'année civile.

L'ordre des matières traitées dans ce résumé reste le même que dans les résumés antérieurs. Après quelques indications de portée générale, les différents éléments météorologiques seront passés en revue dans l'ordre accoutumé : *température*, *pression atmosphérique*, *humidité de l'air*, *vents*, *pluie* et *neige*, *nébulosité* et *durée d'insolation* à Genève.

A *l'observatoire de Genève*, les observations météorologiques directes se font, comme précédemment, de trois en trois heures, à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Les instruments enregistreurs fournissent en outre les valeurs de la plupart des éléments météorologiques à 1 h. et à 4 h. du matin. Les moyennes diurnes de ces éléments reposent donc sur *huit* observations trihoraires. L'observation de 9 h. du soir a été utilisée, avec celles de 7 h. du matin et de 1 h. du soir, pour établir des moyennes spéciales de la température qui soient directement comparables à celles du *Grand Saint-Bernard* où les observations ne se font plus qu'à ces trois heures-là depuis 1902.

Les *valeurs normales* des différents éléments météorologiques sont empruntées, pour *Genève*, aux « Nouvelles études sur le climat de Genève, » d'Emile Plantamour, où étaient utilisées toutes les observations faites jusqu'en 1875. Pour le *Grand Saint-Bernard*, les

valeurs normales sont fournies par les moyennes des 27 années, 1841-1867, calculées par E. Plantamour.

Les tableaux mensuels des observations météorologiques faites à l'observatoire de Genève et au Grand Saint-Bernard et publiés dans les *Archives* sont, comme les années précédentes, établis chaque mois à l'observatoire par les soins de M. E. Schær, astronome adjoint; les tableaux de ce résumé-ci ont été préparés par M. H. Duaime ; j'exprime à tous deux ici ma reconnaissance pour leur utile collaboration.

Les observations ont toutes été faites à l'HEURE LOCALE seule indiquée. Pour la transformer en temps moyen de l'Europe centrale, il faut ajouter 35 minutes aux dates des observations de Genève et 30 minutes à celles du Grand Saint-Bernard.

II. TEMPÉRATURE

Les résultats généraux des observations thermométriques sont consignés dans douze tableaux de chiffres à propos desquels j'ai quelques remarques à faire.

1° *Moyennes générales de la température.— Ecarts.*

Le *tableau I* fournit, pour *Genève*, toutes les valeurs moyennes des températures, de trois en trois heures à partir de 1 h. du matin, puis la *température moyenne des mois, des saisons et de l'année* (météorologique et civile), moyennes des huit moyennes trihoraires, enfin les *minima* et les *maxima* moyens. Les températures des heures de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, ont été relevées, comme précédemment, sur les diagrammes du thermographe Richard grand modèle, qui a fonctionné sans accroc toute l'année.

I. Température. GENÈVE, 1903.

Période	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1902.	+ 0.57	+ 0.34	+ 0.27	+ 1.10	+ 2.59	+ 1.97	+ 1.22	+ 0.67	+ 1.09	- 1.33	+ 3.89
Janv. 1903	- 0.34	- 0.75	- 0.82	0.87	3.84	3.05	1.50	0.47	0.98	- 2.19	5.07
Février . .	+ 0.71	- 0.08	- 0.43	2.87	6.46	6.12	4.19	2.51	2.79	- 1.57	8.12
Mars . . .	4.26	+ 3.20	+ 2.85	7.18	9.59	9.51	7.75	5.78	6.27	+ 1.57	11.82
Avril . . .	4.77	3.77	4.12	6.99	9.07	9.59	7.39	5.79	6.44	2.03	11.18
Mai	10.20	8.54	10.82	13.93	16.47	16.59	14.46	12.27	12.91	7.82	18.70
Juin. . . .	12.48	11.35	13.58	16.39	18.27	18.20	16.44	14.17	15.11	10.83	20.73
Juillet. . .	15.14	14.03	16.02	19.12	21.56	21.45	19.31	16.75	17.92	13.09	24.05
Août . . .	14.96	13.37	15.25	19.27	22.05	22.60	19.53	16.79	17.97	12.07	24.84
Septembre	12.56	11.76	12.34	16.91	18.61	18.53	15.95	13.90	15.07	10.60	20.63
Octobre. .	9.22	8.39	8.14	12.21	14.45	13.69	11.42	9.84	10.92	6.72	16.03
Novembre	3.92	3.60	+ 3.65	5.45	7.13	6.78	5.56	4.70	5.10	+ 2.32	8.37
Décembre.	+ 0.38	+ 0.21	- 0.03	+ 0.60	+ 1.65	+ 1.46	+ 0.97	+ 0.51	+ 0.72	- 0.81	+ 2.68
Hiver . . .	+ 0.30	- 0.17	- 0.33	+ 1.57	+ 4.22	+ 3.64	+ 2.24	+ 1.17	+ 1.58	- 1.70	+ 5.61
Printemps	6.43	+ 5.18	+ 5.95	9.39	11.74	11.92	9.90	7.97	8.56	+ 3.82	13.93
Été	14.21	12.93	14.96	18.28	20.65	20.78	18.44	15.92	17.02	12.01	23.23
Automne .	8.57	7.92	8.05	11.53	13.41	13.00	10.98	9.50	10.37	6.55	15.02
Année mét.	7.41	6.50	7.20	10.24	12.55	12.38	10.43	8.68	9.42	5.20	14.50
» civile	7.40	6.49	7.17	10.19	12.47	12.34	10.41	8.67	9.39	5.25	14.39

II. Température. GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	$\frac{7+1+2\times9}{4}$
	°	°	°	°	°
Décembre 1902..	+ 0.27	+ 2.59	+ 0.84	+ 1.23	+ 1.14
Janvier 1903 ...	− 0.82	3.84	0.75	1.26	1.13
Février	− 0.43	6.46	3.10	3.04	3.06
Mars	+ 2.85	9.59	6.36	6.27	6.29
Avril	4.12	9.07	6.34	6.51	6.47
Mai	10.82	16.47	12.82	13.37	13.23
Juin...........	13.58	18.27	14.78	15.54	15.35
Juillet	16.02	21.56	17.43	18.34	18.11
Août...........	15.25	22.05	17.60	18.30	18.13
Septembre	12.34	18.61	14.56	15.17	15.02
Octobre........	8.14	14.45	10.20	10.93	10.75
Novembre	+ 3.65	7.13	5.06	5.28	5.22
Décembre......	− 0.03	+ 1.65	+ 0.77	+ 0.80	+ 0.79
Hiver..........	− 0.33	+ 4.22	+ 1.51	+ 1.80	+ 1.73
Printemps......	+ 5.95	11.74	8.53	8.74	8.69
Eté............	14.96	20.65	16.62	17.41	17.21
Automne.......	8.05	13.41	9.95	10.47	10.34
Année météorol.	7.20	12.55	9.19	9.65	9.53
» civile ...	7.17	12.47	9.19	9.61	9.50

Le *tableau II* pour *Genève* et le *tableau III* pour le *Grand Saint-Bernard*, donnent les valeurs moyennes des températures des différentes périodes pour les trois observations de 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, puis les températures moyennes des mêmes périodes calculées sur les deux formules employées par le bureau central météorologique suisse : *a*) en prenant la moyenne arithmétique des trois températures moyennes diurnes; *b*) en attribuant un poids double à l'observation de 9 h. du soir. Ce sont, du reste, ces dernières moyennes qui ont servi pour la comparaison des deux stations, le travail de comparaison fait en 1901 pour les deux stations du Grand Saint-Bernard ayant montré que la deuxième formule donne des chiffres qui se rapprochent sensiblement plus des moyennes résultant d'un plus grand nom-

III. TEMPÉRATURE. GRAND SAINT-BERNARD, 1903.

PÉRIODE	7. h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Températ. moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Températ. moyenne $\frac{7+1+2\times9}{4}$	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1902.	- 8.10	- 6.46	- 8.06	- 7.54	- 7.67	-10.1	- 5.5
Janv. 1903	- 8.44	- 6.44	- 8.27	- 7.72	- 7.86	-11.1	- 4.9
Février . .	- 5.79	- 3.15	- 5.60	- 4.85	- 5.03	- 7.9	- 2.1
Mars . . .	- 7.86	- 3.61	- 6.70	- 6.06	- 6.22	- 9.3	- 2.5
Avril . . .	- 8.90	- 5.00	- 7.90	- 7.27	- 7.42	-11.2	- 3.6
Mai	- 1.09	+ 3.01	- 0.50	+ 0.47	+ 0.23	- 2.4	+ 4.5
Juin. . . .	+ 2.11	5.07	+ 2.05	3.08	2.82	+ 0.7	6.1
Juillet. . .	4.07	7.92	4.98	5.66	5.49	3.0	8.8
Août . . .	5.70	9.71	6.70	7.37	7.20	4.1	11.1
Septembre	+ 2.25	5.63	+ 3.27	3.72	+ 3.60	+ 1.6	6.6
Octobre. .	- 1.00	+ 1.59	- 0.55	+ 0.01	- 0.13	- 2.7	+ 2.6
Novembre.	- 5.85	- 3.30	- 5.34	- 4.83	- 4.96	- 7.3	- 2.5
Décembre.	- 9.76	- 8.03	- 9.62	- 9.14	- 9.26	-11.7	- 7.3
Hiver . . .	- 7.50	- 5.43	- 7.37	- 6.77	- 6.92	- 9.8	- 4.2
Printemps	- 5.92	- 1.83	- 5.01	- 4.26	- 4.44	- 7.6	- 0.5
Été	+ 3.98	+ 7.59	+ 4.61	+ 5.40	+ 5.20	+ 2.6	+ 8.7
Automne .	- 1.53	+ 1.31	- 0.87	- 0.36	- 0.49	- 2.8	+ 2.2
Ann. mét.	- 2.72	+ 0.44	- 2.13	- 1.47	- 1.64	- 4.4	+ 1.6
» civile	- 2.86	+ 0.31	- 2.27	- 1.61	- 1.77	- 4.5	+ 1.4

bre d'observations diurnes. Le tableau III contient en outre les *minima* et les *maxima* moyens pour la station du Grand Saint-Bernard.

Le *tableau IV* donne les *écarts* entre les températures moyennes des différentes périodes et les valeurs normales. Pour *Genève* il y a deux séries d'écarts correspondant l'une aux températures du tableau I et l'autre à celles du tableau II d'après la deuxième formule. La dernière colonne du tableau IV donne la différence entre les écarts de Genève et du Grand Saint-Bernard, écarts correspondant toujours à la même formule.

L'année 1902 avait eu une température absolument normale à Genève et à peine au-dessus de la normale

IV. Écarts avec les températures normales, 1903.

Période	Genève Moyenne des 8 obs.	Genève $\frac{7+1+2\times9}{4}$	Grand St-Bernard $\frac{7+1+2\times9}{4}$	Différence entre les deux stations
	°	°	°	°
Décembre 1902..	+ 0.29	+ 0.34	− 0.08	+ 0.42
Janvier 1903....	+ 1.06	+ 1.21	+ 1.18	+ 0.03
Février.........	+ 1.19	+ 1.46	+ 3.58	− 2.12
Mars...........	+ 1.67	+ 1.69	+ 1.10	+ 0.59
Avril..........	− 2.53	− 2.50	− 4.15	+ 1.65
Mai............	− 0.29	+ 0.03	− 0.28	+ 0.31
Juin...........	− 1.70	− 1.46	− 1.27	− 0.19
Juillet.........	− 0.89	− 0.70	− 0.67	− 0.03
Août...........	+ 0.06	+ 0.22	+ 1.22	− 1.00
Septembre......	+ 0.41	+ 0.36	+ 0.28	+ 0.08
Octobre.........	+ 1.04	+ 0.87	+ 0.35	+ 0.52
Novembre......	+ 0.55	+ 0.67	+ 0.34	+ 0.33
Décembre.......	− 0.08	− 0.01	− 1.67	+ 1.66
Hiver..........	+ 0.83	+ 0.98	+ 1.48	− 0.50
Printemps......	− 0.36	− 0.23	− 1.08	+ 0.85
Eté............	− 0.83	− 0.64	− 0.22	− 0.42
Automne.......	+ 0.67	+ 0.64	+ 0.33	+ 0.31
Année météorol.	+ 0.07	+ 0.18	+ 0.12	+ 0.06
» civile....	+ 0.04	+ 0.15	− 0.01	+ 0.16

(+ 0°.1) au Grand Saint-Bernard. L'année 1903 est presque dans les mêmes conditions. A *Genève* l'écart annuel du tableau IV accuse seulement un excédent de + 0°.07 et au *Grand Saint-Bernard* de + 0°.12 pour l'année météorologique ; l'année civile a une température moyenne un peu moins élevée, décembre 1903 ayant été plus froid que le mois correspondant de 1902, surtout au Grand Saint-Bernard.

Quant à la distribution annuelle de la température, elle a été plus uniforme que d'ordinaire aux deux stations : L'hiver et l'automne ont été en moyenne trop chauds et le printemps et l'été trop froids. L'examen des écarts pour les mois confirme cette constatation faite sur ceux des saisons. Les premiers et les derniers mois de l'année donnent des excédents de température et seuls les mois d'avril à juillet donnent des déficits.

D'après les tableaux I et III, le mois le plus froid, absolument parlant, a été janvier aux deux stations pour l'année météorologique, décembre 1903 pour l'année civile. Le mois le plus chaud a été août aux deux stations également ; mais à Genève il est à peine plus chaud que juillet et à peine plus chaud que la normale, tandis qu'au Saint-Bernard il est de près de deux degrés plus chaud que juillet et que sa température dépasse la normale de + 1°.22.

La plus grosse anomalie de température se présente d'ailleurs au printemps, comme en 1902, mais plus tôt. Le mois le plus chaud, *relativement*, est le mois de mars à Genève, le mois de février au Saint-Bernard, tandis que le mois le plus froid, *relativement*, est le mois d'avril aux deux stations. A Genève le mois d'avril a une température moyenne absolue qui ne dépasse celle de mars que de moins de + 0°.2. Au Grand Saint-Bernard, sa température est de − 1°.2 plus basse que celle de mars et de − 2°.4 plus basse que celle de février. Elle n'est plus élevée que celles de décembre 1902 et de janvier 1903, que d'une fraction de degré. Nous avions déjà constaté cette anomalie pour la température aux forts de Saint-Maurice. Elle y était plus forte qu'à Genève mais moins forte qu'au Saint-Bernard. En comparant les chiffres, on trouve ainsi que cette anomalie a augmenté avec l'altitude de la station.

L'amplitude annuelle de la température aux deux stations résulte de la comparaison des températures moyennes mensuelles extrêmes :

	Genève	Grand Saint-Bernard
Janvier	+ 0°.98	− 7°.86
Août	17.97	+ 7.20
Amplitude	16.99	15.06

Elle est moindre que la moyenne, à Genève surtout, et c'est bien là une des caractéristiques de l'année 1903, comme nous le disions plus haut.

2° *Température de cinq en cinq jours à Genève.*

Le *tableau V* fournit les températures moyennes par *pentades* et, comme précédemment, pour *l'année civile* seule, du 1er janvier au 31 décembre 1903. A côté des températures, figure *l'écart* avec les températures calculées d'après la formule déduite par E. Plantamour de l'étude des cinquante années de 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé dépasse la limite de l'écart probable calculé et constitue ainsi une *anomalie*, le chiffre de l'écart est mis entre parenthèses dans le tableau.

Sur les 73 pentades, 37 présentent un écart positif et 36 un écart négatif. Il y a donc égalité dans le nombre des deux signes, ce qui correspond à une température presque normale pour l'année civile. Le nombre des écarts dépassant la limite des écarts probables est de 17 pour les positifs et de 14 pour les négatifs.

La plus longue période de chaleur relative comprend seulement cinq pentades, du 23 septembre au 17 octobre. La plus longue période de froid relatif est de dix pentades, du 1er avril au 20 mai. Elle succède à une période trop chaude, de quatre pentades, du 12 au 31 mars, amenant l'opposition de température des deux mois de mars et d'avril sur laquelle nous avons déjà attiré l'attention.

Le plus fort écart positif, + 5°.28, tombe, comme en 1902, sur la 1re pentade de l'année ; le plus fort écart négatif, – 6°.37, tombe sur la 22me pentade, celle du 16 au 20 avril. La plus forte hausse de la température,

V. TEMPÉRATURE DE 5 EN 5 JOURS. GENÈVE, 1903.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	+ 5.02	(+5.28)	30– 4 Juillet	+20.08	(+1.80)
6–10 id.	+ 4.72	(+5.04)	5– 9 id.	16.53	(-2.01)
11–15 id.	– 0.76	-0.46	10–14 id.	19.43	+0.70
16–20 id.	– 2.35	-2.15	15–19 id.	18.91	+0.06
21–25 id.	– 1.65	-1.62	20–24 id.	16.40	(-2.50)
26–30 id.	+ 1.34	+1.13	25–29 id.	16.91	(-1.96)
31– 4 Février	+ 0.89	+0.38	30– 3 Août	17.15	(-1.62)
5– 9 id.	– 0.92	-1.79	4– 8 id	19.89	+1.30
10–14 id.	+ 1.81	+0.53	9–13 id.	19.82	+1.47
15–19 id.	1.18	-0.56	14–18 id.	16.69	-1.34
20–24 id.	6.75	(+4.52)	19–23 id.	17.05	-0.60
25– 1 Mars	7.04	(+4.28)	24–28 id.	16.05	-1.16
2– 6 Mars	6.00	(+2.68)	29– 2 Septemb.	18.88	(+2.18)
7–11 id.	2.54	-1.36	3– 7 id.	20.06	(+3.92)
12–16 id.	5.28	+0.78	8–12 id.	15.95	+0.43
17–21 id.	5.54	+0.41	13–17 id.	9.62	(-5.23)
22–26 id.	9.73	(+3.96)	18–22 id.	12.34	(-1.79)
27–31 id.	8.39	(+1.96)	23–27 id.	15.50	(+2.13)
1– 5 Avril	7.03	-0.07	28– 2 Octobre	15.58	(+3.01)
6–10 id.	6.24	-1.55	3– 7 id.	16.87	(+5.13)
11–15 id.	6.78	-1.71	8–12 id.	11.61	+0.73
16–20 id.	2.82	(-6.37)	13–17 id.	12.29	(+2.29)
21–25 id.	7.23	(-2.68)	18–22 id.	7.30	(-1.81)
26–30 id.	8.52	(-2.11)	23–27 id.	7.13	-1.08
1– 5 Mai	9.67	-1.68	28– 1 Novemb.	7.65	+0.33
6–10 id.	10.76	-1.31	2– 6 id.	8.01	+1.57
11–15 id.	10.53	(-2.25)	7–11 id.	5.31	-0.26
16–20 id.	11.81	-1.68	12–16 id.	5.18	+0.44
21–25 id.	17.17	(+3.00)	17–21 id.	2.70	-1.25
26–30 id.	16.75	(+1.92)	22–2 id.	5.43	(+2.23)
31– 4 Juin	15.88	+0.42	27– 1 Décemb.	2.66	+0.15
5– 9 id.	14.84	-1.22	2– 6 id.	0.81	-1.07
10–14 id.	13.47	(-3.14)	7–11 id.	3.25	+1.93
15–19 id.	13.96	(-3.16)	12–16 id.	2.03	+1.19
20–24 id.	13.01	(-4.56)	17–21 id.	+ 0.68	+0.24
25–29 id.	+19.32	+1.36	22–26 id.	– 0.29	-0.41
			27–31 id.	– 2.20	-2.09

VI. Classement des températures diurnes. — GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	NOMBRE DE JOURS: très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-10° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1902	1	12	14	4	—	—	—	—	-5°.26 le 5	+8°.36 le 18
Janv. 1903	1	14	10	6	—	—	—	—	-5.25 le 16	8.61 le 5
Février	—	8	14	4	2	—	—	—	-2.94 le 7	11.13 le 22
Mars	—	—	8	20	3	—	—	—	+1.56 le 10	12.19 le 24
Avril	—	—	6	23	1	—	—	—	1.60 le 19	11.18 le 28
Mai	—	—	—	6	16	9	—	—	6.95 le 1	18.86 le 25
Juin	—	—	—	—	17	11	2	—	11.64 le 8	22.29 le 29
Juillet	—	—	—	—	3	21	7	—	13.34 le 8	23.19 le 3
Août	—	—	—	—	5	19	7	—	13.91 le 19	23.80 le 9
Septembre	—	—	—	5	9	13	3	—	9.34 le 14	21.21 le 5
Octobre	—	—	2	14	9	6	—	—	+4.18 le 25	19.58 le 6
Novembre	—	1	12	17	—	—	—	—	-0.06 le 30	8.45 le 2
Décembre	—	9	21	1	—	—	—	—	-3.81 le 30	+5.40 le 10
Année mét.	2	35	66	99	65	79	19	—	-5.26 le 5 déc. 02.	+23.80 le 9 août.
» civile	1	32	73	96	65	79	19	—	-5.25 le 16 janv. 03	id.

VII. Classement des températures diurnes. — SAINT-BERNARD, 1903.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre -20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20	Jour le plus froid	Jour le plus chaud
Décembre 1902.	—	10	14	7	—	—	—	—	-14°.1 le 31	- 1°.4 le 17
Janvier 1903 . .	—	11	11	7	2	—	—	—	-14.4 le 13	+ 0.2 le 6
Février	—	5	9	9	5	—	—	—	-12.1 le 3	+ 1.7 le 21
Mars	—	3	14	13	1	—	—	—	-12.9 le 8	+ 1.2 le 22
Avril	2	4	18	6	—	—	—	—	-15.6 le 18	- 0.5 le 7
Mai	—	—	—	19	7	5	—	—	- 3.9 le 12	+ 7.0 le 24
Juin	—	—	—	2	21	5	2	—	- 0.4 les 8 et 16	+10.0 les 28 et 29
Juillet	—	—	—	2	9	18	2	—	- 1.5 le 8	+10.0 les 3 et 4
Août	—	—	—	—	8	15	8	—	+ 0.8 le 16	+12.3 le 5
Septembre . . .	—	—	—	6	14	7	3	—	- 4.6 le 15	+11.1 le 1
Octobre	—	—	3	12	12	4	—	—	- 6.3 le 19	+ 8.9 le 7
Novembre . . .	—	5	7	14	4	—	—	—	-12.2 les 29 et 30	+ 0.5 le 7
Décembre . . .	—	11	19	1	—	—	—	—	-14.0 le 3	- 4.7 le 19
Année mét. . .	2	38	76	97	83	54	15	—	-15.6 le 18 avril	+12.3 le 5 août
» civile . .	2	39	81	91	83	54	15	—	id.	id.

+ 5°.92, a eu lieu entre la 35me et la 36me pentade. La plus forte baisse de la température, – 5°.66, s'est présentée entre la 52me et la 53me pentade. La pentade la plus chaude est celle du 30 juin au 4 juillet, avec 20°.08 seulement. La pentade la plus froide est celle du 16 au 20 janvier, avec – 2°.35.

3° *Moyennes diurnes. — Ecarts. — Anomalies.*

Le *tableau VI* fournit la classification des jours de l'année, à *Genève*, suivant leurs températures moyennes et conformément à la terminologie introduite par Plantamour. Il en résulte que, dans l'année météorologique, il y a eu 37 jours dont la température moyenne a été au-dessous de zéro, contre 31 en 1902, 53 en 1901, 28 en 1900 et 20 en 1899. Il n'y a eu que deux *jours très froids* dans l'année météorologique et un seul dans l'année civile. Il n'y a pas eu de *jour très chaud* cette année-ci.

Le *tableau VII* fournit une classification analogue pour le *Grand Saint-Bernard*. La longue série de jours où la température moyenne est restée au-dessous de zéro s'étend de la fin d'octobre 1902 à la mi-mai 1903, avec quelques interruptions d'un jour chacune, deux en novembre, une en janvier, trois en février, dont une de trois jours, et une en mars. La température moyenne n'est en revanche pas descendue au-dessous de zéro pendant une assez longue période de l'été, du 17 juin au 12 septembre, à l'exception de deux jours froids les 7 et 8 juillet.

Ces deux tableaux fournissent également, pour chaque mois et pour l'année, les dates des jours les plus froids et les plus chauds. L'écart entre les températu-

VIII. Écarts de la température. — GENÈVE, 1903.

Période	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1902 . .	14	17	4	±3.48°	− 7.02° le 5	+ 7.85° le 18	±1.76°	− 5.44° le 5	+ 3.62° le 17
Janvier 1903.	14	17	5	3.15	− 5.00 le 16	+ 8.90 le 5	1.86	− 5.49 le 6	+ 5.37 le 7
Février . . .	10	18	7	2.75	− 3.81 le 7	+ 8.90 le 22	1.90	− 5.98 le 24	+ 6.53 le 22
Mars	9	22	7	2.05	− 2.46 le 10	+ 6.42 le 24	1.53	− 4.18 le 7	+ 3.54 le 24
Avril	26	4	6	2.66	− 7.74 le 19	+ 1.35 le 7	1.73	− 4.55 le 23	+ 5.18 le 21
Mai	17	14	3	2.10	− 4.11 le 1	+ 4.42 le 25	1.30	− 2.86 le 12	+ 2.77 le 21
Juin.	22	8	5	2.39	− 5.14 le 21	+ 4.20 le 29	1.44	− 4.81 le 30	+ 4.50 le 25
Juillet. . . .	20	11	6	2.30	− 5.25 le 8	+ 4.85 le 3	1.70	− 3.61 le 30	+ 3.45 le 27
Août	15	16	11	1.95	− 3.90 le 19	+ 5.35 le 9	2.08	− 5.92 le 10	+ 5.17 le 18
Septembre .	12	18	2	2.97	− 5.64 le 14	+ 5.08 le 5	1.23	− 3.96 le 13	+ 2.99 le 23
Octobre . . .	11	20	8	2.76	− 4.26 le 20	+ 8.01 le 6	2.23	− 6.07 le 17	+ 5.74 le 12
Novembre. .	11	19	7	1.65	− 4.03 le 9	+ 4.25 le 25	1.70	− 5.09 le 17	+ 5.28 le 15
Décembre. .	17	14	8	1.31	− 3.66 le 30	+ 4.18 le 10	1.07	− 2.13 le 4	+ 2.80 le 10
Année mét. .	181	184	71	±2.52	− 7.74 le 19 avril.	+ 8.90 les 5 janv. et 22 fév.	±1.70	− 6.07 le 17 octobre.	+ 6.53 le 22 février.
» civile.	184	181	75	2.33	id.	id.	1.65	id.	id.

res moyennes extrêmes annuelles est de 29°.1 pour Genève et de 27°.9 pour le Grand Saint-Bernard.

Le *tableau VIII* fournit les données habituelles sur les écarts entre les températures observées et les températures normales de *Genève*. Il donne aussi pour chaque mois et pour l'année, les valeurs moyennes des écarts, 1° entre la valeur observée et la normale, 2° entre les températures de 2 jours consécutifs. Il contient enfin les dates des écarts extrêmes, pris à ces deux points de vue ; les derniers chiffres indiquent le plus fort abaissement de température ou la plus forte augmentation d'un jour à l'autre, pour chaque mois et pour l'année météorologique ou civile. — Le tableau parallèle pour le *Grand Saint-Bernard* a été supprimé depuis l'année dernière.

L'*anomalie* résultant de ce qu'il fait plus chaud dans la station de montagne que dans la station de plaine, anomalie qui ne se présente qu'en hiver, par un temps clair au Saint-Bernard et du brouillard à Genève, ne s'est pas présentée en 1903.

4° Températures extrêmes.

Les *tableaux IX et X* fournissent, pour les deux stations, les températures extrêmes indiquées par les thermomètres à minimum et à maximum. A *Genève*, le minimum absolu est de plus de six degrés moins bas que le minimum moyen des 50 années de 1826 à 1875 (– 13°.3). Le maximum absolu est aussi plus faible que le maximum absolu moyen (+ 32°.5). L'oscillation extrême de la température, 39°.0, reste donc sensiblement inférieure à l'oscillation moyenne (45°.8). Au *Grand Saint-Bernard*, l'oscillation extrême est de 34°.8

IX. Températures extrêmes. GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1902....	− 7.1	le 5	+11.5	le 27	18	9
Janvier 1903..	− 6.4	le 17	+14.8	le 5	24	6
Février.......	− 6.9	le 18	+20.6	le 22	19	2
Mars.........	− 3.1	le 11	+20.2	le 26	9	0
Avril.........	− 4.5	le 20	+18.4	le 7	7	0
Mai..........	+ 3.3	le 13	+26.8	le 23	0	0
Juin	+ 7.8	le 24	+30.1	le 29	0	0
Juillet........	+ 7.8	le 25	+30.8	le 3	0	0
Août.........	+ 8.7	le 27	+31.9	le 9	0	0
Septembre....	+ 4.0	le 17	+30.1	le 5	0	0
Octobre	− 0.9	le 25	+26.0	le 6	1	0
Novembre	− 2.4	le 30	+13.7	le 23	8	0
Décembre	− 4.5	le 30	+ 6.8	le 10	19	2
Année mét....	− 7.1	le 5 déc. 02	+31.9	le 9 août	86	17
» civile...	− 6.9	le 18 fév. 03	id.		87	10

X. Températures extrêmes. SAINT-BERNARD, 1903.

PÉRIODE	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1902	−16.8	le 31	+ 0.4	le 17	31	30
Janvier 1903..	−18.2	le 14	+ 3.2	le 27	31	26
Février.......	−17.0	le 17	+ 4.6	le 21	27	18
Mars.........	−16.9	le 8	+ 5.4	le 22	31	21
Avril.........	−18.2	le 20	+ 4.2	le 7	30	26
Mai..........	− 7.2	le 9	+12.5	le 22	23	4
Juin	− 2.4	le 15	+13.8	le 29	14	0
Juillet	− 3.0	le 8	+14.5	le 3	7	0
Août.........	− 2.5	le 20	+16.6	le 5	5	0
Septembre....	− 6.2	le 17	+14.8	le 4	10	3
Octobre	− 9.0	le 19	+13.2	le 7	21	11
Novembre	−14.4	le 30	+ 4.4	le 7	30	17
Décembre	−16.4	le 3	− 3.0	le 19	31	31
Année mét...	−18.2	les 14 janv. et 20 avril	+16.6	le 5 août	260	156
» civile...	id.		id.		260	157

XI. Température du Rhône. 1903.

PÉRIODE	Moyenne.	Écarts avec la valeur normale.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1902 . .	6.06	– 0.55	4.9 les 8 et 10	8.5 le 2	+ 4.97
Janvier 1903 . . .	5.01	– 0.10	3.6 le 17	6.3 le 5	+ 4.03
Février	5.00	+ 0.04	4.0 le 18	6.1 les 25 et 28	+ 2.21
Mars	6.25	+ 0.13	4.8 le 9	7.8 le 27	– 0.02
Avril	7.24	– 1.54	6.3 le 18	8.0 le 22	+ 0.80
Mai	10.89	– 0.83	7.4 le 1	16.4 le 29	– 2.02
Juin	13.19	– 2.15	9.1 le 20	17.7 les 29 et 30	– 1.92
Juillet	16.50	– 1 59	11.8 le 31	18.4 le 23	– 1.42
Août	16.34	– 2.31	11.6 le 1	19.3 le 13	– 1.63
Septembre.	16;67	– 0.40	11.4 le 14	21.8 le 10	+ 1.60
Octobre	13.45	– 0.53	10.1 le 20	17.4 le 2	+ 2.53
Novembre	10.49	+ 0.86	6.7 le 30	12.0 le 11	+ 5.39
Décembre	5.37	– 1.24	3.3 le 31	7.1 le 8	+ 4.65
Année météorolog.	10.68	– 0.66	3.6 le 17 janvier.	21.8 le 10 septembre.	+ 1.26
» civile. . . .	10.61	– 0.73	3.3 le 31 déc. 03	id.	+ 1.22

XII. Température du Rhône. 1903.

Période	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
	°	°	°	°	°	°
Décemb. 1902.	±0.79	- 2.3 le 8	+ 0.6 le 2	±0.37	- 1.3 le 5	+ 0.7 le 18
Janvier 1903.	0.49	- 1.3 le 17	+ 1.0 le 5	0.21	- 0.9 le 13	+ 0.3 les 3 et 21
Février	0.36	- 1.0 le 18	+ 0.8 les 24 et 25	0.22	- 0.9 le 17	+ 0.5 le 24
Mars	0.35	- 1.0 le 9	+ 0.9 les 25 et 27	0.25	- 0.7 le 28	+ 0.5 le 17
Avril	1.36	- 2.6 le 29	-*0.2 les 6 et 7	0.30	- 0.9 le 18	+ 0.6 le 22
Mai	2.17	- 3.5 le 15	+ 3.0 le 29	0.41	- 1.2 les 7 et 30	+ 0.8 le 16
Juin	2.52	- 6.7 le 20	+ 1.8 le 1	0.74	- 2.9 le 2	+ 2.3 le 27
Juillet	1.56	- 6.9 le 31	+ 0.8 le 4	0.53	- 2.8 le 31	+ 1.6 le 23
Août.	2.49	- 7.1 le 1	+ 0.5 le 13	0.42	- 2.8 le 8	+ 0.7 le 18
Septembre .	2.26	- 6.0 le 14	+ 4.1 le 10	0.65	- 5.3 le 11	+ 0.9 le 4
Octobre . . .	1.19	- 3.2 le 20	+ 2.0 le 7	0.51	- 1.1 le 20	+ 1.1 le 22
Novembre . .	0.96	- 1.4 le 30	+ 2.8 le 23	0.45	- 1.2 le 28	+ 0.9 les 3 et 11
Décembre. . .	1.29	- 2.3 le 31	+ 0.2 le 22	0.55	- 1.5 le 15	+ 1.7 le 22
Année mét. .	±1.38	- 7.1 le 1 août.	+ 4.1 le 10 sept.	±0.42	- 5.3 le 11 septembre.	+ 2.3 le 27 juin.
» civile .	1.42	id.	id.	0.44	id.	id.

* Les écarts du mois d'avril sont tous négatifs.

seulement, encore inférieure à celle de l'année précédente.

Ces tableaux fournissent en outre, pour les deux stations, les nombres de *jours de gelée*, où le minimum est descendu au-dessous de zéro, et de *jours de non dégel* où le maximum est resté au-dessous de zéro. A *Genève* ces deux nombres sont un peu inférieurs aux nombres moyens des 50 années 1826-1875 (91 et 21).

La dernière *gelée blanche à glace* du printemps à Genève a eu lieu le 26 avril. La première gelée blanche à glace de l'automne a eu lieu le 25 octobre.

Au *Grand Saint-Bernard*, le petit lac près de l'hospice a été complètement dégelé le 8 juillet et il s'est congelé à nouveau dans la nuit du 20 au 21 octobre.

5° *Température du Rhône*.

Les *tableaux XI et XII* fournissent les documents habituels sur la température du Rhône prise, comme antérieurement, vers midi, à la sortie du lac sous le pont des Bergues, à une profondeur de 1 mètre au-dessous de la surface de l'eau.

III. Pression atmosphérique.

Genève. — Depuis le commencement de l'année météorologique 1903, le baromètre de Noblet a cessé de fonctionner comme baromètre normal de l'observatoire. Il a été remplacé par un baromètre de M. Fuess, du modèle employé dans les stations météorologiques suisses. C'est un baromètre à cuvette, à échelle en laiton, qui porte le N° 1492/57. Son échelle est réduite, ce qui évite la mise au point du niveau du mercure

dans le réservoir à chaque observation. La correction de Noblet d'après Fuess était d'environ + 0^{mm}.6 ; nous avons mieux aimé employer les données de ce dernier telles quelles, car, depuis quelques années, j'étais convaincu que l'ancienne correction de Noblet, + 0^{mm}.43, était trop faible. Elle l'était plus encore que je ne le pensais, car la correction de Fuess, rapportée au baromètre normal du bureau météorologique de Zurich, est elle-même de + 0^{mm}.21, ainsi que nous nous en sommes assurés, M. Maurer et moi, le 30 janvier 1904. Il y aura donc lieu de corriger ultérieurement les hauteurs barométriques de 1903. Le nouveau baromètre a d'ailleurs été mis à la même hauteur que l'ancien, et l'altitude du zéro de l'échelle a été ainsi maintenue à 404^{m}.91, en admettant comme altitude absolue du repère de la Pierre de Niton : 373^{m}.54.

Les indications pour les deux observations nocturnes de 1 h. et de 4 h. du matin, ainsi que pour les minima et les maxima diurnes, sont fournies par le barographe à enregistrement continu de Redier donné à l'observatoire par Philippe Plantamour et, subsidiairement, par le barographe horaire de Hipp.

La moyenne des huit observations trihoraires donne la *moyenne diurne* de la pression atmosphérique. Les *moyennes mensuelles* et *annuelles* sont directement déduites de ces moyennes diurnes.

Grand Saint-Bernard. — Le baromètre de Gourdon, donné à l'hospice par Auguste de la Rive en 1829, a encore servi cette année aux trois observations diurnes. Sa correction, déterminée pour la dernière fois en octobre 1900, est de + 0^{mm}.05. Les valeurs des minima et des maxima diurnes sont relevées sur le barographe

horaire de Hottinger décrit dans le résumé de 1884. Suivant la méthode inaugurée l'année dernière, les moyennes diurnes, mensuelles et annuelles ne reposent plus que sur trois observations, ce qui ne produit d'ailleurs qu'une différence absolument négligeable par rapport aux anciennes moyennes basées sur huit observations trihoraires.

Un nouveau baromètre de M. Fuess, du même modèle que celui de l'observatoire de Genève, a été installé au Grand Saint-Bernard à côté de celui de Gourdon le 5 octobre 1903. Il a été observé jusqu'à la fin de l'année, mais ses indications ne figurent pas dans les tableaux mensuels de l'année 1903, et il n'est devenu baromètre normal qu'à partir de l'année 1904.

1° *Moyennes générales. — Variation diurne. — Écarts.*

Le *tableau XIII* donne, pour *Genève*, les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les treize mois, les saisons et l'année, météorologique et civile ; il donne en outre, pour toutes ces périodes, la variation diurne exprimée par les différences entre les moyennes générales et les moyennes des huit observations trihoraires.

Le *tableau XIV* fournit les indications analogues pour le *Grand Saint-Bernard*, mais la variation diurne n'est plus exprimée qu'assez incomplètement par la différence entre les moyennes générales et les moyennes des trois observations diurnes.

Le *tableau XV* donne les résultats de la comparaison entre les moyennes mensuelles et annuelles et les valeurs normales déduites par E. Plantamour des années

XIII. Pression atmosphérique. — GENÈVE, 1903.

Période	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1902	729.81	+0.09	−0.03	+0.04	+0.50	−0.36	−0.52	+0.05	+0.23
Janvier 1903	730.68	−0.15	−0.23	−0.10	+0.60	−0.27	−0.32	+0.13	+0.31
Février	734.91	+0.25	0.00	+0.12	+0.41	−0.33	−0.71	−0.02	+0.28
Mars	728.66	+0.14	−0.11	+0.26	+0.49	−0.27	−0.71	−0.10	+0.30
Avril	723.49	+0.39	+0.03	+0.14	+0.25	−0.19	−0.62	−0.25	+0.25
Mai	724.65	+0.29	+0.22	+0.58	+0.45	−0.29	−0.96	−0.58	+0.29
Juin	725.08	+0.18	−0.12	+0.17	+0.03	−0.30	−0.45	−0.07	+0.56
Juillet	727.50	+0.21	+0.02	+0.25	+0.21	−0.19	−0.52	−0.28	+0.30
Août	728.49	+0.32	+0.11	+0.25	+0.36	−0.25	−0.75	−0.41	+0.37
Septembre	729.09	+0.20	+0.02	+0.28	+0.44	−0.14	−0.68	−0.30	+0.18
Octobre	726.03	+0.21	+0.08	+0.20	+0.46	−0.28	−0.72	−0.19	+0.24
Novembre	728.54	+0.35	+0.06	+0.17	+0.47	−0.14	−0.49	−0.21	−0.21
Décembre	722.44	−0.16	−0.19	−0.13	+0.32	−0.25	−0.30	+0.15	+0.56
Hiver	731.70	+0.06	−0.09	+0.02	+0.51	−0.32	−0.51	+0.05	+0.28
Printemps	725.62	+0.27	+0.05	+0.33	+0.40	−0.25	−0.77	−0.31	+0.28
Été	727.04	+0.23	+0.01	+0.22	+0.20	−0.24	−0.58	−0.25	+0.41
Automne	727.86	+0.26	+0.05	+0.22	+0.46	−0.19	−0.63	−0.24	+0.07
Année météor.	728.04	+0.21	0.00	+0.20	+0.39	−0.25	−0.62	−0.19	+0.26
Année civile	727.41	+0.18	−0.01	+0.18	+0.38	−0.24	−0.60	−0.18	+0.29

XIV. Pression atmosphérique. — SAINT-BERNARD, 1903.

PÉRIODE	Hauteur moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm	mm	mm	mm
Décembre 1902.	562.73	+0.11	-0.21	+0.10
Janvier 1903 . .	564.45	-0 19	-0.10	+0.30
Février	568.81	-0.17	-0.06	+0.23
Mars	563.83	-0.21	-0.15	+0.35
Avril	558.34	-0.43	0.00	+0.44
Mai	563.76	-0.46	+0.09	+0.38
Juin	565.12	-0.27	-0.13	+0.40
Juillet	568.17	-0.19	-0.06	+0.24
Août	569.78	-0.30	0.00	+0.29
Septembre . . .	568.94	-0.14	-0.05	+0.18
Octobre.	564.76	-0.25	+0.02	+0.22
Novembre . . .	563.42	+0.01	-0.03	+0.02
Décembre . . .	557.65	-0.30	-0.13	+0.44
Hiver	565.21	-0.08	-0.12	+0.21
Printemps . . .	562.03	-0.38	-0.03	+0.40
Été	567.72	-0.26	-0.04	+0.30
Automne	565.70	-0.12	-0.02	+0.14
Année météor .	565.16	-0.21	-0.05	+0.26
Année civile . .	564.73	-0.25	-0.05	+0.30

XV. Pression atmosphérique. — Écarts, 1903.

Période.	Genève.	Saint-Bernard.	Genève–St-Bernard
	mm	mm	mm
Décembre 1902......	+ 1.85	+ 0.41	+ 1.44
Janvier 1903	+ 3.31	+ 3.96	- 0.65
Février	+ 8.07	+ 8.57	- 0.50
Mars	+ 3.63	+ 4.12	- 0.49
Avril...............	- 1.28	- 3.29	+ 2.01
Mai................	- 0.59	- 0.08	- 0.51
Juin	- 2.11	- 1.99	- 0.12
Juillet..............	- 0.15	- 0.31	+ 0.16
Août...............	+ 0.83	+ 1.38	- 0.55
Septembre..........	+ 1.46	+ 1.49	- 0.03
Octobre.............	- 0.48	+ 0.16	- 0.64
Novembre	+ 2.69	+ 1.39	+ 1.30
Décembre	- 5.52	- 4.67	- 0.85
Année météor.......	+ 1.40	+ 1.28	+ 0.12
Année civile........	+ 0.77	+ 0.85	- 0.08

de 1836 à 1875 pour Genève, et des années de 1841 à 1867 pour le Grand Saint-Bernard.

Aux deux stations, la moyenne annuelle de la pression est supérieure à la moyenne générale, plus pour l'année météorologique que pour l'année civile, le mois de décembre 1903 ayant présenté une pression faible. Parmi les treize écarts mensuels, il y en a 7 positifs et 6 négatifs à Genève, 8 positifs et 5 négatifs au Saint-Bernard. La discordance entre les deux stations est maximum en avril.

Les écarts négatifs les plus forts sont ceux de juin pour Genève et d'avril pour le Saint-Bernard pour l'année météorologique, ceux de décembre 1903 aux deux stations pour l'année civile. Les écarts positifs les plus accusés sont ceux de février aux deux stations.

2° *Écarts diurnes. — Anomalies.*

Le *tableau XVI* contient, pour *Genève*, les données qui permettent d'apprécier la variabilité de la pression atmosphérique. Il fournit les valeurs des écarts moyens et des écarts extrêmes de chaque mois, écarts entre la hauteur moyenne du baromètre et sa hauteur normale, puis des indications analogues pour les écarts entre deux jours consécutifs. Le tableau parallèle pour le *Grand Saint-Bernard* a été supprimé depuis l'année dernière.

3° *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

Les *tableaux XVII et XVIII* donnent les maxima et les minima absolus pour les treize mois et pour l'année aux deux stations.

A *Genève*, les extrêmes moyens et absolus ont,

XVI. Écarts de la pression atmosphérique. — Genève 1903.

Période	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1902	11	20	4	± 6.39	-17.31 le 30	+11.79 le 24	± 2.51	-11.79 le 29	+ 5.08 le 1
Janv. 1903	10	21	3	6.22	-10.86 le 11	+12.47 le 26	2.60	- 4.64 le 31	+ 8.51 le 1
Février	2	26	2	9.13	- 8.66 le 2	+16.44 le 20	3.41	-10.59 le 1	+13.93 le 3
Mars	6	25	6	5.22	-11.92 le 3	+13.50 le 20	3.06	-10.01 le 3	+15.52 le 4
Avril	15	15	9	4.15	-14.95 le 23	+ 5.66 le 19	3.04	- 7.75 le 21	+ 6.87 le 22
Mai	19	12	2	4.31	-12.80 le 4	+ 7.79 le 16	2.13	- 5.20 le 4	+ 6.14 le 14
Juin	19	11	3	3.53	- 8.87 le 19	+ 3.92 le 30	1.77	- 4.90 le 8	+ 4.86 le 21
Juillet	14	17	8	2.27	- 5.72 le 17	+ 4.21 le 1	1.89	- 5.19 le 23	+ 4.10 le 31
Août	13	18	10	2.36	- 5.25 le 15	+ 6.00 le 27	1.97	- 4.72 le 14	+ 7.72 le 16
Septembre	5	25	2	3.29	- 7.25 le 12	+ 7.46 le 25	1.79	- 6.87 le 11	+ 4.87 le 14
Octobre	14	17	6	2.60	- 9.00 le 28	+ 3.63 le 6	2.21	- 5.87 le 12	+ 5.91 le 13
Novembre	8	22	3	7.13	-24.49 le 30	+11.36 le 23	2.67	-15.11 le 28	+ 5.54 le 22
Décembre	26	5	4	6.07	-18.48 le 1	+ 7.84 le 22	3.24	-10.85 le 5	+10.76 le 2
Année mét.	136	229	58	± 4.68	-24.49 le 30 novembre.	+16.44 le 20 février.	± 2.41	-15.11 le 28 novembre.	+15.52 le 4 mars.
Année civ.	151	214	58	4.65	id.	id.	2.48	id.	id.

XVII. Pressions extrêmes. GENÈVE, 1903.

Période.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1902 ...	709.3	le 30	740.2	le 24	30.9
Janvier 1903..	715.4	le 11	741.0	les 26 et 27	25.6
Février	713.3	le 2	743.5	le 21	30.2
Mars	710.3	le 3	739.3	le 20	29.0
Avril	706.0	le 23	731.3	le 19	25.3
Mai..........	710.1	le 4	734.9	le 16	24.8
Juin.........	716.8	le 19	733.0	le 30	16.2
Juillet	720.8	le 18	732.6	le 1	11.8
Août.........	718.8	le 14	734.8	le 27	16.0
Septembre ...	719.0	le 11	735.2	le 26	16.2
Octobre......	716.1	le 28	731.2	le 6	15.1
Novembre....	701.4	le 30	738.6	le 23	37.2
Décembre....	704.6	le 1	736.9	le 21	32.3
Année météor.	701.4	le 30 novembre.	743.5	le 21 février.	42.1
Année civile..		id.		id.	id.

XVIII. Pressions extrêmes. GRAND St-BERNARD, 1903.

Période.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1902 ...	545.2	le 30	571.4	le 17	26.2
Janvier 1903 .	550.0	le 13	575.3	le 26	25.3
Février	549.0	le 2	579.0	le 21	30.0
Mars	549.0	le 3	573.8	le 22	24.8
Avril	546.4	le 23	565.5	le 4	19.1
Mai	549.5	le 1	574.5	le 22	25.0
Juin.........	558.8	le 8	574.0	le 28	15.2
Juillet	564.0	le 7	573.0	le 3	9.0
Août	562.9	le 19	575.0	le 31	12.1
Septembre ...	557.0	le 13	576.1	le 1	19.1
Octobre......	558.0	les 23 et 29	572.5	le 6	14.5
Novembre....	539.2	le 30	573.8	le 23	34.6
Décembre ...	542.5	le 1	571.1	le 21	28.6
Année météor.	539.2	le 30 novembre.	579.0	le 21 février.	39.8
Année civile..		id.		id.	id.

d'après les indications antérieures, les valeurs suivantes :

		mm.
minimum extrême	moyen :	705.05
» »	absolu :	700.16 (26 XII 1856)
maximum extrême	moyen :	741.03
» »	absolu :	748.71 (17 I 1882)

Le minimum absolu de 1903 est très bas et s'approche de la valeur du minimum absolu. Le maximum absolu de 1903 est moins accusé, mais dépasse cependant le maximum moyen. Il en résulte que l'amplitude annuelle absolue est très supérieure à l'amplitude moyenne, 42^{mm}.1 au lieu de 36^{mm}.0.

Au *Grand Saint-Bernard*, l'amplitude annuelle est beaucoup plus forte que l'année dernière, 39^{mm}. 8 au lieu de 28^{mm}.4, grâce surtout au minumum absolu du 30 novembre.

(A suivre.)

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 5 mai 1904.

E. Yung. Influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin. — Léon-W. Collet. Tectonique du massif Tour Saillère-Pic de Tanneverge. — C.-E. Guye. Champ magnétique de convection dû à la charge électrique terrestre.

M. le prof. Émile Yung expose les résultats d'expériences poursuivies pendant les années 1900 et 1901 dans le but de déterminer l'*influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin* (mesuré du pylore à l'anus). Ces expériences ont porté sur des larves de *Rana esculenta* élevées dans le laboratoire et issues d'une même ponte. Les unes (A), à partir de 4 mm. de longueur du corps, furent nourries exclusivement de viande ; les autres (B) ne reçurent d'autre nourriture que des plantes (*Spirogyra*). Dans chacune de ces catégories, on puisait une dizaine d'individus de même taille (mesurés de l'extrémité du museau à l'anus) et on mesurait leur intestin. Voici les chiffres obtenus :

	A		B	
Longueur du corps en millimètres	Longueur de l'intestin en millimètr.	Rapport de la longueur de l'intestin et de la long. du corps	Longueur de l'intestin	Rapport de la longueur de l'intestin et de la long. du corps
4	14	3.5	14	3.5
7	22	3.1	32	4.5
9	39	4.3	64	7.1
11 (sans pattes).	49	4.4	86	7.8
11 (av. moignons des pattes post.)	47	4.2	83	7.5
12 (av. pattes post de 5 mm)	56	4.2	125	9.6
12 (pattes post. de 7 mm. et moignons ant^{rs})...	49	3.7	96	7.6
12 (à la sortie des pattes ant^{res}) ..	39	3.2	60	5.—
12 (quatre pattes et queue)	19	1.5	25	2.—
12 (petites grenouilles queue résorbée)	14	1.1	16	1.3

M. Yung a procédé, d'autre part, à la même détermination sur des têtards pris dans la nature. Voici les chiffres exprimant la moyenne de 10 individus de chaque catégorie :

Longueur du corps	Longueur de l'intestin	Rapport
4 mm.	15	3.7
7	31	4.3
9	60	6.6
11 (sans pattes)	85	7.7
11 (avec moignons postérieurs).	77	7.0
12 (avec pattes post^{res} de 5 mm).	102	8.5
12 (» » de 7 mm).	80	6.6
12 (à la sortie des pattes ant^{res}).	52	4.3
12 (quatre pattes et queue).....	23	1.9
12 (queue résorbée)	14	1.16

La comparaison de ces chiffres montre que l'alimentation végétale a pour effet d'allonger l'intestin, l'alimentation animale, de le raccourcir, par rapport à ce qu'il est sous le régime normal, qui est mixte. M. Yung a repris cette année les expériences en question, les étendant à d'autres espèces animales. Il aura donc l'occasion de revenir sur les conclusions qu'elles comportent.

M. Léon-W. Collet fait une communication sur la *tectonique de la chaîne Tour Saillère-Pic de Tanneverge.*

Dans cette chaîne, les axes des principaux plis observés ont une direction SW.-NE., et non SSW.-NNE., comme pourrait le faire supposer l'arête orographique qui du mont Ruan s'étend jusqu'au Pic de Tanneverge.

Les caractères tectoniques se modifient d'une façon fondamentale de la Tour Saillère, qui est formée (E. Favre et H. Schardt) essentiellement par un seul grand anticlinal couché, au Pic de Tanneverge, qui est constitué par l'empilement des trois écailles ou plis suivants :

Le pli inférieur, qui est représenté dans les pentes des Pas-Nais par une charnière écrasée de Lias supportant normalement le Dogger, l'Oxfordien, le Malm, et du côté de la Pointe des Rosses, le Néocomien. A ce même pli correspond la charnière anticlinale de Malm du fond de la combe de Sixt, qui est déjetée sur le Néocomien de Sageroux. Sur le versant N. de la Pointe des Rosses on peut voir le Malm et le Néocomien du jambage supérieur de ce pli se décrocher de façon à former une écaille normale intercalée entre le pli inférieur et le pli moyen. Au mont Ruan, c'est cette écaille qui forme le sommet; au-dessus d'elle, dans la paroi N., le pli inférieur du Tanneverge forme quatre digitations anticlinales de Malm, séparées par trois synclinaux de Néocomien, qui représentent les digitations amplifiées de l'anticlinal liasique des Pas-Nais. Vers la plaine de Susanfe, le jambage renversé de ce pli plonge vers la montagne par-dessus le Néocomien. A la Tour Saillère, l'écaille supérieure du Ruan n'existe plus, le grand anticlinal dégeté et digitté inférieur prend une

ampleur plus considérable qu'au Ruan et recouvre sur toute la largeur de la chaîne un synclinal formé de Flysch et de Nummulitique.

Il faut admettre que la charnière de ce synclinal a une direction oblique à celle de l'anticlinal, de sorte que le profil de la Tour Saillère passe graduellement à celui du mur des Rosses par celui du Ruan par une diminution progressive de la profondeur du synclinal sous-jacent. Le pli inférieur du Tanneverge, de l'altitude de 2300 mètres, est arrivé à la Tour Saillère à celle de 3200 mètres.

Le pli moyen du Tanneverge, formé par une simple série normale d'Oxfordien, de Malm et de Néocomien, prend la forme d'une écaille chevauchant sur le pli inférieur; depuis le col de Tanneverge, il se poursuit par la Pointe des Rosses à la Tour des Rosses et au mur dont il forme le sommet; au Ruan, il a été enlevé par l'érosion.

Le pli supérieur est de nouveau représenté par une simple écaille de Malm avec un chapeau de Néocomien. Il n'existe qu'au Pic de Tanneverge et à la Pointe des Rosses, où il est réduit à un lambeau peu important.

En résumé, l'anticlinal de la Tour Saillère, en s'abaissant au SW., diminue rapidement d'importance, soit par la réduction du synclinal sous-jacent, soit par la disparition progressive des digitations frontales. Ensuite, nous voyons se superposer sur ce pli en voie de diminution deux autres plis, celui des Rosses et celui du Tanneverge, qui paraissent se relayer.

Tandis que sur la rive droite du Rhône les plis s'abaissent vers le NE., sur la rive gauche ils s'abaissent vers le SW.; l'axe de la vallée du Rhône était donc occupé par un bombement anticlinal transversal du cristallin.

Une étude complète et détaillée de cette chaîne paraîtra dans les *Matériaux pour la Carte géologique suisse.*

M. Ch.-Eug. Guye développe quelques considérations sur le *champ magnétique dû à la convection de la charge électrique de la terre.* M. Guye montre comment ce champ peut être aisément calculé; il insiste ensuite sur les ana-

logies et les différences que ce champ présente avec le champ magnétique terrestre.

Séance du 2 juin.

Th. Tommasina. Pyroradioactivité. — Le Royer, Brun et Collet. Synthèse du périclase. — C.-E. Guye et Schidloff. Energie dissipée dans le fer par hystérésis aux fréquences élevées. — L. Duparc. Nouvelles roches de l'Oural. — L. Duparc et Hornung. De l'ouralitisation.

M. Th. Tommasina communique la *constatation d'une pyroradioactivité*. Il était connu depuis bien des années que les fils métalliques chauffés au rouge se comportent comme les flammes par rapport à l'accélération de la déperdition des charges électriques, mais il n'était pas établi que cette action dut être attribuée à des rayons analogues aux rayons de Becquerel émis par ces fils chauffés au rouge. C'est par la constatation de la radioactivité acquise par ces fils qu'ils manifestent encore pendant quelque temps après leur refroidissement et par la constatation de la radioactivité qu'ils provoquent sur tous les corps soumis à leur rayonnement, que M. Tommasina a pu reconnaître l'existence et la nature de ce dernier, qui est composé, comme le rayonnement de Becquerel, d'émissions α, β et γ (voir *Archives*, juin 1904, p. 589-596). M. Tommasina admet que l'oxydation joue un rôle important dans ce phénomène, mais il est convaincu que ce n'est pas l'oxydation qui peut l'expliquer, et qu'au contraire, c'est la radioactivité des corps qui fera découvrir la cause primaire électronique, non seulement de l'oxydation, mais des affinités chimiques. En attendant, il semble que la pyroradioactivité décèle l'origine de l'électricité de contact, dont la théorie n'est pas encore nettement établie.

MM. Le Royer, A. Brun et Collet communiquent les résultats de leurs expériences sur *le périclase* (MgO).

Ils ont obtenu au four électrique la synthèse directe de ce minéral.

En chauffant dans l'arc une certaine quantité de magnésite de l'île d'Eubée, il s'est formé des druses tapissées de petits cristaux de périclase (MgO). De plus, il a été obtenu des masses transparentes à cassure cristalline.

Les cristaux sont cubiques, sans autres faces que celles du cube, quelquefois allongées et prenant l'apparence prismatique. Les faces portent souvent les traces d'empilements de lames cristallines. Clivage parallèle à (100). Au point de vue optique, ils sont incolores, très transparents, absolument isotropes, d'un éclat aodamantin. L'indice mesuré avec les liquides et à l'aide d'un petit prisme taillé dans la masse transparente, s'est trouvé être de

n rouge	1.700
n vert	1.717

On ne peut garantir la 3e décimale.

Les propriétés chimiques des cristaux sont identiques à celles du périclase naturel. L'eau les attaque lentement, et celle-ci bleuit alors énergiquement le tournesol.

MM. Ch.-Eug. Guye et A. Schidloff. *Sur l'énergie dissipée dans le fer par hystérésis aux fréquences élevées.*

Dans un précédent travail fait par l'un de nous en collaboration avec M. B. Herzfeld, nous avions constaté que la puissance consommée dans le fer pouvait être représentée en fonction de la fréquence n par une équation de la forme

$$y = An + Bn^2$$

à la condition de n'employer que des fils de très petit diamètre. En outre, ces expériences avaient montré qu'au fur et à mesure que l'on emploie des diamètres plus petits, le coefficient B diminue, de sorte que pour des fils suffisamment fins (0.0038^{cm}), l'équation se réduit à une droite.

Nous en avions conclu que l'énergie consommée dans le fer par hystérésis est bien indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru.

Ces expériences, effectuées par une méthode bolométrique, avaient porté sur des fils de fer de $0^{cm}.0374$ à

0.0038^{cm} de diamètre soumis à des champs alternatifs efficaces variant entre 56.6 (C. G. S) et 9.4 (C. G. S) ; les fréquences étant comprises entre 300 et 1200 périodes à la seconde.

Les expériences définitives, dont nous communiquons aujourd'hui les résultats, ont été effectuées par la même méthode, à laquelle ont été apportés divers perfectionnements. En particulier, nous avons substitué au fil unique tendu dans l'axe de chaque bobine un faisceau de 10 fils, de façon à augmenter un peu l'élévation de température due à l'hystérésis. La sensibilité du galvanomètre a pu être diminuée, et il en est résulté que nous n'avons eu à effectuer aucune correction résultant de la variation de résistance des fils sous la seule influence de l'aimantation. Les courbes expérimentales obtenues passaient alors par l'origine des coordonnées.

Résultats. Le diamètre de chacun des fils composant le faisceau était de 0.0060^{cm}, et nous avons opéré avec trois champs différents et à des fréquences variant entre 300 et 1200 périodes.

Dans toutes ces expériences, les courbes expérimentales se sont confondues avec des droites, et cela dans la limite des erreurs de la méthode.

Les tableaux suivants montrent avec quelle approximation cette loi linéaire est vérifiée expérimentalement.

$H_{eff} = 56.6$ c. g. s.

Fréquence	Déviation par cycle (sensibilité 1)	Ecart sur la moyenne
1200	0.32451	+ 0.00132
1100	0.32105	— 0.00214
1008.3	0.32341	+ 0.00022
898.1	0.32080	— 0.00239
800	0.31875	— 0.00444
700	0.32046	— 0.00273
611.1	0.32488	+ 0.00619
500	0.32200	— 0.00119
400	0.32842	+ 0.00523
300	0.32757	+ 0.00438

$H_{eff} = 18.84$ c. g. s.

Fréquence	Déviation par cycle (sensibilité 1)	Ecart sur la moyenne
1191.7	0.25631	+ 0.00028
1108.3	0.25649	+ 0.00046
1000	0.25652	+ 0.00049
901.7	0.25569	— 0.00034
793.3	0.25347	— 0.00256
704.2	0.25858	+ 0.00255
599.2	0.25536	— 0.00067
503.3	0.25381	— 0.00222
402.8	0.25883	+ 0.00280
301.4	0.25527	— 0.00076

$H_{eff} = 9.42$ c. g. s.

Fréquence	Déviation par cycle (sensibilité 1.28)	Ecart sur la moyenne
1200	0.08775	+ 0.00058
1102.5	0.08755	+ 0.00038
1016.7	0.08613	— 0.00104
900	0.08708	— 0.00009
800	0.08996	+ 0.00279
700	0.08744	+ 0.00027
600	0.08730	+ 0.00013
500	0.08756	+ 0.00040
402.1	0.08631	— 0.00086
298.2	0.08459	— 0.00257

L'écart moyen de chaque mesure sur la valeur moyenne est d'environ 0,8 %. En outre, comme le montrent les tableaux précédents, le nombre des écarts positifs est semblablement égal à celui des écarts négatifs.

Ces expériences confirment donc les résultats précédemment obtenus; l'énergie consommée par cycle est, dans ces limites de fréquence, indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru.

M. le prof. Duparc fait une communication sur les résultats de ses *explorations géologiques sur la rivière Wapan* (Oural du Nord). Il a rencontré de nombreuses roches

éruptives basiques de la série des gabbros ouralitisés, gabbros diosites et gabbros francs, avec phénomènes de différenciation magnétique dont il donne la description; il a en outre rencontré un nouvel affleurement de dunite massive avec roches pyroxéniques ordinaires, affleurement qui apparaît en boutonnière au milieu des gabbros diosites, forme qui peut être considérée comme nouvelle dans la région. M. Duparc a trouvé encore dans cette dunite de nouvelles roches psoniennes à caractères feldspathiques, différentes de celles trouvées au Kosswinsky et qu'il décrira ultérieurement.

En collaboration avec M. Hornung, M. Duparc fait connaître une *nouvelle théorie de l'ouralitisation* (transformation du pyroxène en amphibole). Le matériel d'études a été fourni par des gabbros ouralitisés du *Cerebriansky*, rapportés par M. Duparc en 1902 et étudiés par Mlle Petroff. Ces roches, d'une admirable fraîcheur, sont formées de magnétite, de pyroxène, du groupe diallage et de hornblende extrêmement fraîche, provenant incontestablement de l'ouralitisation du pyroxène. Les minéraux ont été isolés par les liqueurs lourdes dans des conditions très favorables; la hornblende sur des variétés entièrement ouralitisées, le pyroxène sur d'autres qui l'étaient à peine. Les résultats sont les suivants :

Pyroxène D = 3.358		Amphibole D = 3.213	
SiO^2	50.91	SiO^2	43.34
Al^2O^3	2.64	Al^2O^3	12.60
Fe^2O^3	»	Fe^2O^3	10.44
FeO	10.06	FeO	7.92
MnO	traces	MnO	traces
CaO	23.33	CaO	13.06
MgO	13.30	MgO	12.60
K^2O	nuls	K^2O	0.02
Na^2O	nuls	Na^2O	1.90
Perte au feu	nuls	Perte au feu	0.22
Total	100.25	Total	102.10

Il résulte de ces chiffres que l'amphibole et le pyroxène sont totalement différents; l'amphibole est décalcifiée vis-à-vis du pyroxène, plus basique, plus riche en alumine et alcalifère.

L'origine de l'ouralitisation ne peut provenir d'un dimorphisme moléculaire, comme on l'a pensé; elle n'est pas non plus le résultat de transformations secondaires par la circulation des eaux; elle doit être attribuée à d'autres phénomènes. Pour M. Duparc, l'examen microscopique indique la présence d'un fluide ayant une composition chimique lui permettant d'effectuer une modification profonde du pyroxène, et un état de ce dernier lui permettant la circulation plus ou moins parfaite de ces fluides.

Dans ces conditions, la théorie est : Le magma primordial d'où est issue la roche du Cerébriansky a d'abord donné naissance à du pyroxène et à de l'anorthite; avant la consolidation complète de la roche, alors que celle-ci était encore pâteuse et formée en quelque sorte de cristaux restés en présence de leur bain pénétrant, un nouvel apport de caractère plus ou moins feldspathique est venu modifier la composition de ce dernier. Le bain ainsi modifié a réagi sur le pyroxène déjà formé en l'enrichissant en alumine, ce qui le basisifie en le décalcifiant et en y fixant les alcalis. C'est donc à une épigénie magmatique profonde que nous attribuons le phénomène d'ouralitisation.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St. VON KOSTANECKI et W. SZABRANSKI. SYNTHÈSE DE LA FLAVANONE (*Berichte der D. chem. Ges.*, t. 37, 1904, p. 2634, Berne).

On fait dériver du flavane et du flavène la flavanone et la flavone :

O
CHC^6H^5
CH^2
CH^2
Flavane

O
CHC^6H^5
CH^2
CO
Flavanone

O
CC^6H^5
CH
CH_2
Flavène

O
CC^6H^5
CH
CO
Flavone

Tandis que la flavone est connue depuis plusieurs années, la flavanone n'avait pas encore été préparée. L'observation faite par Kostanecki, Lampe et Tambor que les o-oxychalkones se transforment par ébullition de leur solution alcoolique avec les acides minéraux en flavanones a permis de réaliser la synthèse de la flavanone la plus simple. En combinant l'o-oxyacétophénone avec la benzaldéhyde on a préparé le 2'-oxychalkone nécessaire pour cette synthèse. La *flavanone* $C^{15}H^{12}O^2$ correspondante fond à 75-76° ; elle est douée d'une odeur agréable, faiblement aromatique ; l'acide sulfurique concentré la dissout en jaune, la lessive

de soude en jaune orangé. Pour l'identifier, on l'a transformée en flavone en traitant par la lessive de potasse son dérivé bromé : le *α bromflavanone.*

St. VON KOSTANECKI et W. SZABRANSKI. — SYNTHÈSE DU FLAVONOL. (*Berichte der D. chem. Ges.* t. 37, 1904, p. 2819 ; Berne).

Les auteurs ont transformé la flavanone, dont la synthèse a déjà été faite par eux en flavonol. Cette combinaison présente un intérêt particulier car elle constitue la substance mère de plusieurs colorants végétaux tels que la galangine, le kæmpférol, la fisétine, la quercétine, etc. Ils ont à cet effet transformé la flavanone en dérivé isonitrosé qui par ébullition avec les acides minéraux étendus fournit avec élimination d'hydroxylamine le flavonol.

O — $CH.C^6H^5$ / CH^2 — CO → O — CHC^6H^5 / $C = NOH$ — CO → O — CC^6H^5 / $C.OH$ — CO

L'isonitrosoflavanone est soluble dans la lessive de soude étendue en jaune pâle ; elle teint les mordants de Scheurer plus faiblement que les isonitrosoflavanones renfermant un noyau de résorcine, de phloroglucine ou de pyrogallol. Le *flavonol* est très peu soluble dans la lessive de soude à froid, il s'y dissout à chaud en jaune, il se fixe sur le coton mordancé à l'alumine en jaune pâle ; il donne avec l'acide sulfurique une solution incolore douée d'une fluorescence violette intense.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1904

Juin

128. Bach (A.) und Chodat (R.). Untersuchungen über die Rolle der Peroxyde in der Chemie der lebenden Zelle. Geschwindigkeit der Peroxydase-Reaction. Genf. Pflanzenchem. Lab. des botan. Inst. — *Berichte* 37. 2434.

129. Bacovescu (A.). Sur quelques dérivés de l'orthoxylylamine. *Thèse.* Genève. (Prof. Pictet).

130. Baumhauer (H.). Leitfaden der Chemie, insbesondere zum Gebrauch an landwirtschaftlichen Lehranstalten. I Th. Anorganische Chemie. 4 Aufl. Freiburg.

733 *bis*. Becknazar-Uzbachian (Jean). Emploi des permanganates de calcium et de potassium comme oxydants. *Thèse.* Genève (Dr Ullmann).

131. Brunner (Heinrich). Sur le camphre de primevère. Lausanne. Lab. de chimie de l'Univ. — *J. suisse de chimie* 42. 305.

132. Cantoni (H.). Sur l'analyse des ferrosiliciums. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Annales de ch. anal.* 9. 203.

133. Constam (E.-J.) und Rougeot (R.). Ueber die Bestimmung der Koksausbeute bei Steinkohlen und Steinkohlenbriketts. Zürich. Thermochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* 17. 737.

134. Constam (E.-J.) und Rougeot (R.). Ueber die Ermittlung des Gehaltes an Bindemittel bei Steinkohlenbriketts. Zürich. Thermochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* 17. 845.

135. Duparc (Louis) et Leuba (Auguste). Sur l'analyse quantitative de la chromite. Genève. Univ. *Annales ch. anal.* 9. 201.

136. FICHTER (Fr.) und DIETERLE (Paul). Notiz über 3,8-Diaminodiphenazon. Basel. Univ.-Lab.—*Zeitschr. Farben-u. Textil-Ch.* **3**. 157.

553 *bis*. FICHTER (Fr.) und GOLDHABER (Max). Ueber Aethyläpfelsäure. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* **37**. 2382.

785 *ter*. FICHTER (Fr.) und PFISTER (Alfred). Leitfähigkeitsmessungen an ungesättigten Säuren. Basel. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* **334**. 201.

137. FICHTER (Fr.) und WILLMANN (Adolf). Ueber Synthesen dialkylirter Dioxychinone durch Ringschluss. Basel. Univ.-Lab. I. — *Berichte* **37**. 2384.

138. GRÜNAUER (Siegfried). Ueber die Darstellung von reinem geschmolzenem Zinkchlorid und seine Elektrolyse. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **39**. 389.

139. GSCHWIND (Meinrad). Recherches dans la série du stilbène. *Thèse*. Genève (Dr Ullmann).

140. GUYE (Ph.-A.) et BOGDAN (St.). Poids atomique de l'azote : Analyse par pesée du protoxyde d'azote. Genève. — *Comptes rendus* **138**. 1494.

141. HEFFTER (A.). Ueber die Zerlegung des Jodkaliums durch Fette. Bern. Inst. für med. Ch. der Univ. — *Schweiz. Wochenschr.* **42**. 320.

142. HÖBER (Rudolf) und GORDON (Dora). Zur Frage der physiologischen Bedeutung der Kolloïde. Zürich. Physiol. Inst. der Univ. — *Beitr. chem. Physiol.* **5**. 432.

143. KATSCHALOWSKY (A.) und KOSTANECKI (St. von). Synthese des 2.2'-Dioxy-flavonols. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **37**. 2346.

35 *bis*. KLAUSER (Oscar). Recherches sur quelques bases dérivant de la papavérine. *Thèse*. Genève (Dr Decker).

801 *ter*. KREIS (Hans) und HAFNER (August). Ueber natürlich vorkommende und synthetisch dargestellte gemischte Fettsäureglyceride. Basel. Chem.-techn. Lab. der Univ. — *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* **7**. 641.

144. LANGSTEIN (Leo). Die Kohlehydrate des Serumglobulins. Basel. Lab. der med. Klinik. — *Monatshefte* **25**. 453.

145. LUNGE (Georg). Chemisch-technische Untersuchungsmethoden. 5te Aufl. (Berlin) Zürich.

146. MANEA (André). Sur les acides gallotannique et digallique. *Thèse*. Genève (Prof. Chodat).

147. MÜHLL (Ed. von der). Bromo-quinolones et bromo-carbostyriles. *Thèse*. Genève (Dr Decker).

604 *bis*. Münzhuber (Alphonse). Sur une nouvelle synthèse du tétraphénylméthane et de ses dérivés. *Thèse*. Genève (Dr Ullmann).

148. Nathan (Leopold). Ueber den Einfluss der Metalle auf gärende Flüssigkeiten. Zürich. Gärungsphysiol. Lab.— *Centr.-Blatt. Bakter* 12. 93.

149. Oesterle (O.-A.) und Babel (Alexis). Ueber Abbauprodukte des Aloïns. Bern. — *Schweiz. Wochenschr*. 42. 329.

150. Pieper (Max). Ueber komplexe Kobaltammoniake. *Dissert*. Zürich (Prof. Werner).

151. Reber (Emil). Zur Kenntnis des 2,4-Dimethylchinols. *Dissert*. Zürich (Prof. Bamberger).

117 *bis*. Reverdin (Frédéric) et Dresel (Auguste). Ethers dinitrophényliques du 3-chlor-4-aminophénol et du 4-amnophénol. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat*. 17. 620.

152. Rix (Curt). Ueber Aethylendiaminkobaltiake. *Dissert*. Zürich (Prof. Werner).

153. Schulze (E.). Bleiglätte und Vulkanisation. Zürich. — *Gummi-Zeitung* 28.749.

154. Steinmann (A.). Détermination indirecte de la matière grasse dans le lait. Genève. — *Annales ch. anal*. 9. 218.

155. Strzyzowski (Casimir). Sind unsere Arsengegengifte immer arsenfrei? Lausanne. — *Münchner med. Wochenschr*. 51. 1001.

156. Thomann (J.). Ueber Sterilisation in der pharmazeutischen Praxis. Bern. — *Schweiz. Wochenschr*. 42. 341.

157. Treadwell (F.-P.). Analytical chemistry. Vol. 2. Quantitative analysis. (New-York) Zürich.

124 *bis*. Tschirch (A.). Die Oxymethylanthrachinondrogen und ihre Wertbestimmung. Bern. — *Pharm. Post*. 37. 233. 249. 265.

463 *bis*. Tuschnow-Philipoff (Anna). Verhalten der Mekonsäure, Komensäure und Komenaminsäure im tierischen Organismus. Bern. Inst. für med. Chemie der Univ. — *Arch. exper. Pathol*. 51. 183.

158. Ullmann (Fritz) und Engi (Gadient). Ueber 9-Diphenylxanthen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2367.

159. Wieske (P.). Verbesserte Fettbestimmungs-Methode für Käse mit Dr N. Gerbers Acid-Butyrometrie. Zürich. Gerbers Molkerei. — *Milch-Zeitung* 33. 353.

137 *bis*. Willmann (E.-Adolf). Ueber Synthesen von p-Dialkyldioxychinonen durch Ringschluss. *Dissert*. Basel (Prof. Fichter).

160. Winterstein (E.) und Huber (P.). Zur Kenntnis der Bestandteile des Spargels. Zürich. Agrik-chem. Lab. des Poyltechn. — *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* 7. 721.

Juillet

161. Ackermann (Ed.). Rechenapparat zur Bestimmung des Extrakt-und Alkoholgehaltes in Bier. Genf. — *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* 8. 92.

743 *bis*. Blumberg (Max). Synthese des 3.4.Dioxy-β-methylchromons. *Dissert.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).

162. Cohen (S.-S.) und Kostanecki (St. von). Ueber das 3.4.2′-Trioxyflavonol. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2627.

163. Corcelle (Alfred). Etude de l'action des sulfates alcalins sur le phosphate tribarytique. *Thèse*. Genève (Prof. Duparc).

27 *bis*. Dieterle (Paul). Studien in der Diphenazonreihe. *Dissert.* Genf (Dr Ullmann).

164. Dilthey (W.) und Last (E.). Ueber die Einwirkung von Arylmagnesiumhalogeniden auf Dicarbonsäuren. Zürich. Chem. Inst. der Univ. — *Berichte* 37. 2639.

165. Dobrzynski (F.) und Kostanecki (St. von). Ueber ein Isomeres des Galangins. Bern. Univ.-Lab.—*Berichte* 37. 2806.

166. Fainberg (S.) und Kostanecki (St. von). Eine zweite Synthese des Luteolins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2625.

167. Gnehm (R.). Verhalten der Kieselfluorwasserstoffsäure zu chargierter Seide. Zürich. Polytechn. — *Zeitschr. Farben- und Textil-Ch.* 3. 258.

168. Gnehm (R.) und Kaufler (F.). Zur Kenntnis des Immedialreinblaus. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 37. 2617.

169. Græbe (C.). Ueber Derivate des Chrysens. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* 335. 122.

170. Græbe (C.). Ueber die Umwandlung der Nitronaphtaline in Nitrosoderivate des Naphtols. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* 335. 139.

149 *ter*. Græbe (C.) und Gnehm (Robert jun.). Ueber Chrysodiphensäure. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* 335. 113.

171. Græbe (C.) und Oeser (A.). Ueber 4,5-und 4,8-Nitroso-1-naphtol. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* 335. 145.

106 *bis*. Hock (Théodore). Etude sur les fonctions de l'azote pentavalent dans la série de la phénylacridine. *Thèse*. Genève (Dr Decker).

110 *bis*. Jaquerod (Adrien) und Wassmer (Eugène). Ueber den Siedepunkt des Naphtalins, des Diphenyls und des Benzophenons unter verchiedenem Druck und dessen Bestimmung mit Hilfe des Wasserstoffthermometers. Genf. Lab. für physikal. Ch. — *Berichte* 37. 2531.

172. Jaquerod (Adrien) et Bogdan (St.). Détermination du poids atomique de l'azote par l'analyse en volume du protoxyde d'azote. Genève. — *Comptes rendus* **139**. 49.

173. Jaquerod (Adrien) et Pintza (Alexandre). Sur les densités de l'anhydride sulfureux et de l'oxygène. Genève.— *Comptes rendus* **139**. 129.

174. Kahlbaum (Georg.-W.-A.). Aenderung des spezifischen Gewichtes beim Drahtziehen. Basel. Phys.-ch. Lab. der Univ. — *Ann. der Physik* **14**. 578.

175. Kaiser (Robert). Sur quelques dérivés de l'acide 3.5-dinitro-4-chlorobenzoïque et sur une nouvelle dinitrodiphénylamine. *Thèse*. Genève (Dr Kehrmann).

11 *bis*. Khotinsky (Eug.) und Pictet (Amé). Ueber Bromderivate der Pyrrol-α-carbonsäure und der N-Methylpyrrol-α-carbonsäure. Genf. Pharm.-chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **37**. 2798.

176. Kostanecki (St. von), Lampe (V.) und Tambor (J.). Synthese des Galangins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2803.

177. Kostanecki (St. von) und Schleifenbaum (O). Ueber das 3.4.3'-Trioxy-flavonol. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **37**. 2631.

178. Kostanecki (St. von) und Szabranski (W.). Synthese des Flavanons. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **37**. 2634.

179. Kostanecki (St. von) und Szabranski (W.). Synthese des Flavonols. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **37**. 2819.

180. Leuba (Auguste). Sur le dosage de l'hydroxylamine par l'alun ferrique et le permanganate de potassium. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Annales ch. anal.* 9. 246.

181. Lunge (G.). Zur Anwendung von Kaliumtetroxalat als Titersubstanz. Zürich. — *Chem.-Zeitung* **28**. 701.

182. Lunge (G.). Ueber die Bestimmung der Schwefelsäure, insbesondere in Gegenwart von Eisen. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **17**. 913. 949.

48 *bis*. Lunge (G.) und Reinhardt (K.). Beiträge zur kataly-

tischen Darstellung des Schwefeltrioxyds. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* 17. 1041.

183. Misteli (Wilhelm). Beitrag zur unvollständigen Verbrennung der Gase. *Dissert.* Zürich (Prof. Treadwell).

184. Neubauer (Otto) und Falta (W.) Ueber das Schicksal einiger aromatischer Säuren bei der Alkaptonurie. Basel. Med. Klinik. — *Zeitschr. physiol. Ch.* 42. 81.

185. Paul (Ludwig). Ueber eine sogen. L-Reaktion. Basel. — *Chem.-Zeitung* 28. 702.

186. Paul (Ludwig). Ueber einige neue Farbstoffe. Basel. — *Chem.-Zeitung* 28. 703.

187. Peter (Walter). Etude sur les acides naphtoylbenzoïques. *Thèse.* Genève (Prof. Græbe).

188. Pictet (Amé). Ueber pyrogene Umlagerungen in der Pyrrolreihe. Genf. Pharm.-chem. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2792.

78 *bis*. Reutter (Louis). Ueber Mastix, Caricari-Elemi und über verschiedene Gräberharze aus Karthago. *Dissert.* Bern (Prof. Tschirch).

189. Saal (Otto). Ueber Elemi und Tacamahaca. *Dissert.* Bern. (Prof. Tschirch).

79 *bis*. Tschirch (A.) et Reutter (L.). De quelques résines provenant de sarcophages carthaginois. Bern. Inst. pharm. de l'Univ. — *J. suisse de chimie* 42. 357.

189 *bis*. Tschirch (A.). und Saal (O.). Ueber Tacamahaca-Elemi. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 242. 352.

190. Tschirch (A.) und Saal (O.). Ueber das Colophonia-Elemi von Colophonia Mauritiana. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 242. 348.

191. Tschirch (A.) und Saal (O.). Allgemeine Betrachtungen über die Harze der Elemigruppe. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 242. 366.

192. Tschirch (A.) und Saal (O.). Ueber das echte Tacamahac des Handels. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 242. 395.

28 *bis*. Wurstemberger (Rodolphe de). Recherches synthétiques sur la série du fluorène. *Thèse.* Genève (Dr Ullmann).

Août

193. Alber (E.). Ein neuer Vorstoss zur fraktionierten Vakuumdestillation. Basel. — *Chem.-Zeitung* 28. 819.

194. Allemann (Otto). Ueber Permanganmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

195. Berthold (Adolf). Ueber quaternäre Oxoniumsalze und ihre Beziehungen zu Diazoniumsalzen. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

196. Castoro (N.). Zur Darstellung kolloïdaler Metalle. Zürich. Agrik-chem. Lab. des Polytechn. *Zeitschr. anorg. Ch.* **41**. 126.

197. Dziewonski (Charles). Synthèse d'un nouvel hydrocarbure aromatique de couleur jaune : tribenzyldécacyclène (tribenzyltrinaphtylène-benzène), et d'un dérivé du thiophène de couleur rouge : dibenzyldinaphtylène-thiophène. Fribourg. Inst. de ch. II de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **31**. 925.

198. Dziewonski (Charles) et Wechsler (Marcus). Sur la constitution du β-phénylacénaphtylméthane et sur la constitution de ses produits d'oxydation : l'acide β-benzylnaphtalique et l'acide β-benzoylnaphtalique. Fribourg. Inst. de ch. II de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **31**. 922.

199. Engel (Walter). Ueber Natriumphosphorvanadinmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

200. Engelke (Ernest-F.). Sur quelques péri-dérivés de la naphtaline. *Thèse.* Genève (Dr Kehrmann).

201. Feenstra (Rudolf). Ueber Pyridinmetallsalze. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

202. Friderich (L.), Mallet (Ed.) und Guye (Ph.-A.). Die gleichzeitige Darstellung von Alkalichloraten und Zinkchlorid nach dem Verfahren von K. J. Bayer. Genf.— *Chem.-Zeitung* **28**. 763.

203. Hartwich (C.) und Winckel (M.). Ueber das Vorkommen von Phloroglucin in Pflanzen. Zürich. Pharm. Abt. des Polytechn. — *Archiv der Pharm.* **242**. 462.

204. Keller (Franz). Ueber Perkobaltmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

205. Leuba (Auguste). Sur l'action des acides nitrique et acétique sur les chromates alcalins. Genève. — *Annales ch. anal.* **9**. 303.

206. Lorenz (Richard) und Fausti (G.). Notiz über die Bestimmung einer Ueberführungszahl bei der Elektrolyse eines geschmolzenen Salzpaares. Zürich. — *Zeitschr. Elektroch.* **10**. 630.

207. Oswald (A.). Eine einfache klinische Methode, die verchiedenen Harneiweissstoffe getrennt quantitativ zu bestimmen. Zürich. — *Münchner med. Wochenschr.* **51**. 1514.

208. Paul (Ludwig). Ueber die Fluorazone, eine neue Gruppe von Farbstoffen, welche durch Zersetzung der Amidoazofarbstoffe beim Zusammenschmelzen mit Resorcin entstehen. Basel. — *Chem.-Zeitung* 28. 765.

209. Paul (Ludwig). Ueber die gegenseitigen Beziehungen der Safranine, Mauveïne, Induline, Indazine, Naphtylrot und-blau, Rosinduline und Magdalarot. Basel. — *Chem.-Zeitung* 28. 777.

210. Pinagel (Alfred). Beiträge zur Kenntnis der Wolframate und Silicowolframate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

211. Rosenberger (Georg). Beiträge zur Kenntnis der von Fettsäuren sich ableitenden Imidazole. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

212. Schulze (E.). Ueber die Bestimmung des Lecithins in den Pflanzen. Zürich. — *Chem.-Zeitung.* 28. 751.

213. Thomann (J.). Chemische und bakteriologische Untersuchungen des Trinkwassers der Stadt Bern. — *Zeitschr. Unters. Nahrungsmittel* 8. 193.

214. Tschirch (A.). Ueber den Gehalt der Abführdrogen an Oxymethylanthrachinonen. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Schweiz. Wochenschr.* 42. 456.

215. Walther (Gustav). Methyläther des 2,6-Dinitrohydrochinons und einige Derivate. *Dissert.* Basel (Prof. Nietzki).

216. Weitnauer (Hans). Zur Kenntnis des β-Phenylhydroxylamins und des o-Amidobenzaldehyds. *Dissert.* Zürich (Prof. Bamberger).

217. Wieske (P). Dr N. Gerbers Verfahren der Käsefettbestimmung für die Praxis und in der Praxis. Zürich. Gerbers Molkerei. — *Milch-Zeitung* 33. 500.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE SEPTEMBRE 1904

Le 1er, pluie dans la nuit et à 4 h. du soir; fort vent à 1 h. du soir.
2, pluie à 1 h., à 7. h. et à 9 h. du soir.
3, pluie dans la nuit.
4, forte rosée le matin.
5, forte rosée le matin.
6, très forte rosée le matin et le soir.
7, pluie dans la nuit et de 10 h. du matin à 9 h. du soir.
8, faible pluie dans la nuit.
10, faible pluie à 7 h. du matin et depuis 9 h. du soir.
11, pluie à 7 h. du matin et à 1 h. du soir; forte rosée le soir.
12, pluie dans la nuit; éclairs à l'W. le soir.
13, pluie dans la nuit et depuis 7 h. du soir.
14, forte pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et depuis 9 h. du soir; fort vent à 10 h. du matin, à 1 h. et à 10 h. du soir; orage au NE. à 9 h. 50 m. du soir.
15, orage dans la nuit; pluie; fort vent à 7 h. du matin.
16, très forte rosée le matin; forte bise de 1 h. à 7 h. du soir.
17, 18, 19, 20, très forte bise pendant toute la journée.
21, forte bise à 10 h. du matin.
23, forte rosée le matin.
24, très forte rosée le matin; pluie depuis 7 h. du soir.
25, forte pluie dans la nuit et pendant toute la journée: orage au SW. à 5 h. du soir.
26, pluie dans la nuit.
27, très forte rosée le matin; forte averse depuis 9 h. du soir; forte bise à 4. h. du soir.
28, pluie dans la nuit jusqu'à 4 h. du soir; forte bise à 10 h. du matin.
29, pluie dans la nuit.
30, forte rosée le matin et le soir.

GENÈVE — SEPTEMBRE 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	28.8	29.4	30.8	29.35	+ 1.59	27.8	30.8	S. 1	WSW. 2	S. 1	SSW. 1	6.9	10	9	10	10	1.8	....	....
2	30.3	30.2	30.6	30.24	+ 2.50	29.9	30.6	S. 0	S. 0	N. 1	var.	3.1	10	10	10	10	0.3	1.3	2
3	29.3	28.0	28.7	28.73	+ 1.01	27.6	29.7	S. 0	N. 0	SSW. 1	var.	4.6	3	3	10	7	7.0	0.1	....
4	30.0	29.4	30.1	29.58	+ 1.88	29.0	30.3	W. 1	NE. 1	N. 1	N. 1	5.2	4	1	0	2	9.0	....	....
5	30.4	29.1	28.8	29.44	+ 1.76	28.2	30.4	S. 0	N. 1	S. 1	N. 1	4.2	8	1	0	2	8.0	....	....
6	28.5	27.0	27.6	27.68	+ 0.03	26.3	28.5	S. 0	N. 1	N. 0	var.	5.2	0	0	1	1	9.2	0.2	1
7	28.8	30.8	32.9	30.31	+ 2.68	28.2	**33.3**	SE. 0	SSW. 1	N. 1	SSW. 1	7.9	10	10	10	10	....	5.1	3
8	32.8	31.7	31.7	**32.16**	+ **4.56**	30.9	33.2	S. 1	NNE. 2	S. 0	N. 1	6.9	0	3	10	5	8.0	....	....
9	31.4	30.7	30.3	30.91	+ 3.33	30.2	31.6	S. 0	N. 1	S. 0	var.	2.1	9	10	10	9	....	....	....
10	30.3	30.4	30.1	30.23	+ 2.68	29.5	31.0	S. 0	N. 1	NNW. 1	N. 1	4.2	10	10	10	10	0.5	0.4	...
11	29.6	29.8	29.5	29.45	+ 1.93	28.6	30.1	NW. 0	NNE. 1	S. 0	NNE. 1	4.2	10	9	0	6	3.4	1.6	1
12	30.4	29.0	29.1	29.59	+ 2.10	28.6	30.4	S. 0	N. 1	S. 0	calme	1.1	10	8	10	9	1.9	0.6	1
13	27.9	27.2	26.5	27.44	− 0.02	26.2	29.1	S. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	5.2	7	10	10	9	1.8	**20.5**	8
14	25.3	25.0	25.5	25.27	− 2.16	24.8	26.0	S. 0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	7.9	10	7	10	9	3.5	7.1	8
15	27.6	29.1	30.2	28.39	+ 0.99	26.2	30.2	SSW. 2	WSW. 1	NE. 0	SSW. 1	8.8	8	5	1	6	6.4	....	....
16	30.3	29.1	28.5	29.35	+ 1.98	28.3	30.3	S. 0	NNE. 2	N. 1	NNE. 1	9.4	0	1	0	0	**10.4**	....	....
17	28.7	28.7	29.2	28.77	+ 1.43	28.2	29.7	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	**17.8**	10	10	0	8	0.1	....	....
18	30.9	30.9	31.1	30.61	+ 3.30	29.9	31.5	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	14.6	10	0	0	2	7.5	....	....
19	30.7	29.1	28.8	29.56	+ 2.29	27.4	30.9	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	15.7	10	4	0	5	4.9	....	....
20	28.7	27.5	26.7	27.73	+ 0.49	26.3	29.0	NNE. 3	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	14.6	10	2	10	7	4.2	....	....
21	25.4	24.9	25.4	25.22	− 1.99	24.2	26.3	S. 0	N. 1	N. 1	NNE. 1	9.2	10	6	10	8	3.9	....	....
22	24.2	23.5	24.4	24.09	− 3.09	23.1	25.0	S. 0	SW. 1	S. 0	var.	4.2	10	7	7	8	3.6	....	....
23	24.9	24.7	25.9	25.06	− 2.08	24.6	26.0	S. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.6	6	4	0	3	5.9	....	....
24	25.3	24.2	22.6	24.33	− 2.78	22.6	25.9	S. 0	N. 1	N. 0	N. 1	2.7	7	10	10	9	0.3	19.2	10
25	23.4	23.2	24.8	**23.67**	− **3.40**	**22.0**	25.2	E. 1	N. 1	NW. 0	var.	3.6	10	10	10	9	0.2	19.6	**23**
26	27.3	27.6	28.4	27.29	+ 0.25	25.6	28.5	SW. 1	N. 1	N. 0	N. 1	3.8	10	6	9	7	5.1	....	....
27	27.3	26.3	27.0	26.81	− 0.19	25.8	27.9	S. 0	N. 1	N. 1	N. 1	4.6	9	5	10	8	6.2	4.8	4
28	25.7	25.9	26.2	25.92	− 1.05	25.5	26.4	S. 1	N. 1	S. 0	var.	4.0	10	10	10	10	....	2.7	4
29	25.4	25.6	26.7	25.94	− 0.99	25.4	27.0	SSW. 1	SSW. 1	SW. 0	SSW. 1	6.9	10	4	9	7	3.7	....	....
30	27.7	27.9	29.1	27.96	+ 1.06	27.1	29.2	S. 0	N. 0	S. 1	var.	2.7	10	10	0	8	1.0	....	....
Mois	28.24	27.86	28.24	28.04	+ 0.41							6.50	8.0	6.2	6.2	6.8	118.1	83.2	65

Jour du Mois	Température							Fraction de Saturation en %							Tempér. du Rhône		Limnimètre
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Midi	Ecart avec la normale	
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+12.6	+18.7	+12.1	+14.59	− 2.00	+12.0	+20.0	86	47	82	71	− 3	47	87	16.9	− 1.4	1600
2	11.4	15.0	12.4	12.65	− 3.83	9.6	17.8	86	75	92	84	+10	71	94	16.0	− 2.2	1622
3	9.8	18.9	16.9	14.65	− 1.72	8.6	19.8	97	63	66	79	+ 4	57	97	16.1	− 2.1	1651
4	13.9	20.6	15.7	16.92	+ 0.67	12.3	21.8	88	45	75	70	− 5	**45**	88	....	.....	1675
5	10.9	18.7	15.2	14.93	− 1.20	9.0	21.0	92	64	84	79	+ 4	60	94	17.9	− 0.1	1650
6	11.3	19.9	16.6	15.40	− 0.62	9.6	20.8	92	64	94	84	+ 9	64	98	17.8	− 0.2	1655
7	16.5	16.9	14.3	16.63	+ 0.74	13.5	18.0	91	84	92	86	+10	84	92	17.7	− 0.2	1620
8	11.1	18.4	14.6	14.90	− 0.87	9.9	19.9	92	57	82	78	+ 2	57	95	....	.....	1645
9	12.8	18.6	16.0	15.36	− 0.28	11.2	20.0	88	55	81	76	0	47	90	17.8	0.0	1665
10	13.9	18.7	15.3	15.40	− 0.12	11.3	21.0	90	59	90	81	+ 5	59	92	17.4	− 0.3	1645
11	14.2	17.0	13.9	15.16	− 0.23	12.9	18.0	95	93	91	90	+13	81	95	....	.....	1655
12	13.8	19.5	17.3	16.36	+ 1.11	11.8	21.0	93	70	90	85	+ 8	70	93	17.9	+ 0.4	1685
13	15.9	23.4	17.2	**18.57**	+ **3.45**	15.3	**24.8**	95	56	81	79	+ 2	56	95	17.8	+ 0.3	1670
14	14.6	20.6	15.1	16.59	+ 1.61	13.9	23.7	98	54	84	79	+ 2	54	98	17.4	0.0	1670
15	12.9	17.4	11.4	14.15	− 0.70	10.0	19.3	80	48	83	70	− 8	48	90	14.7	− 2.6	1675
16	8.0	17.6	13.6	12.63	− 2.08	5.4	19.5	91	54	78	75	− 3	53	91	14.5	− 2.7	1707
17	11.2	13.9	12.0	12.91	− 1.65	10.9	16.0	80	69	57	70	− 8	48	80	13.3	− 3.8	1710
18	9.0	13.9	11.6	11.79	− 2.63	8.2	16.0	72	61	66	64	−14	55	72	....	.....	1725
19	8.8	12.4	8.4	10.04	− 4.24	7.0	14.5	66	60	59	**63**	**−15**	49	70	15.9	− 1.0	1677
20	5.8	10.7	8.8	**8.28**	**− 5.85**	5.4	12.0	67	61	74	66	−13	61	76	15.0	− 1.8	1695
21	7.2	12.1	9.6	9.22	− 4.76	4.9	13.4	83	61	70	76	− 3	60	95	14.6	− 2.1	1665
22	7.0	17.8	10.5	10.76	− 3.07	**4.3**	18.4	88	50	92	80	+ 1	50	98	14.7	− 1.9	1640
23	8.2	15.8	12.2	11.25	− 2.43	6.9	17.0	94	60	55	84	+ 5	60	100	15.6	− 0.9	1640
24	6.2	13.6	10.6	10.15	− 3.37	4.6	14.6	97	78	97	87	+ 8	69	99	15.5	− 0.9	1660
25	11.1	11.4	11.5	11.21	− 2.16	10.3	14.0	99	98	87	**98**	**+18**	94	100	....	.....	1615
26	10.1	16.6	13.2	12.84	− 0.37	9.0	17.0	99	67	88	85	+ 5	67	100	15.1	− 1.1	1650
27	10.4	17.2	11.6	12.79	− 0.26	8.3	18.5	96	66	100	83	+ 3	61	100	14.7	− 1.4	1660
28	10.1	12.4	10.1	10.85	− 2.04	9.7	13.0	99	86	99	93	+13	84	99	15.5	− 0.5	1665
29	10.0	14.2	10.0	10.99	− 1.74	8.8	16.0	89	61	75	80	0	61	95	15.1	− 0.8	1662
30	7.7	14.6	8.4	10.24	− 2.33	6.9	16.7	94	72	88	83	+ 2	60	94	14.6	− 1.2	1662
Mois	+10.88	+16.55	+12.87	+13.27	− 1.39	+ 9.38	+18.12	89	65	82	79	+ 2			15.98	− 1.09	1633

MOYENNES DE GENÈVE. — SEPTEMBRE 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : $+ 0^{mm}.02$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	29.95	29.77	30.06	30.18	29.67	29.30	29.75	30.23	29.86
2e »	28.99	28.77	29.00	29.11	28.54	27.85	28.11	28.55	28.62
3e »	25.83	25.50	25.67	25.95	25.38	24.99	25.56	26.15	25.63
Mois	28.26	28.01	28.24	28.41	27.86	27.38	27.81	28.31	28.04

Température.

	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re déc.	+13.23	+11.94	+12.42	+16.34	+18.44	+18.02	+16.32	+14.43	+15.14
2e »	11.98	11.26	11.42	14.24	16.64	17.04	14.44	12.16	13.65
3e »	8.93	7.99	8.80	12.24	14.57	13.93	11.63	10.15	11.03
Mois	+11.38	+10.40	+10.88	+14.27	+16.55	+16.33	+14.13	+12.25	+13.27

Fraction de saturation en %.

1re décade	88	90	90	72	61	65	78	85	79
2e »	83	84	84	71	63	61	69	79	74
3e »	95	95	94	78	70	70	83	92	85
Mois	89	90	89	74	65	66	77	85	79

Dans ce mois l'air a été calme 289 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NNE}{SSW} = \frac{112}{36} = 3.11$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 4°.8 E.
Son intensité est égale à 42.2 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique.......		728.11
Nébulosité.................		6.8
Température	$\frac{7+1+9}{3}$ ..	+13°.43
	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$ ..	+13°.29
Fraction de saturation........		79 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875).	727.63
Nébulosité..	(1847-1875).	4.9
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	94mm.2
Nombre de jours de pluie.	(id.).	10
Température moyenne	(id.).	+14°.66
Fraction de saturat.	(1849-1875).	77 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	123.3	110.8	111.3	108.9	113.5	108.3	94.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	73.9	83.2	90.3	89.4	75.8	86.1

Durée totale de l'insolation à Jussy : 120^h.1.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE SEPTEMBRE 1904

Le 1er et le 2, très forte bise.
6, très fort vent,
7, très fort vent le matin ; pluie dans l'après-midi.
13, très fort vent et pluie.
14, pluie.
15, très forte bise dans l'après-midi.
19, 20 et 21, très fort vent dans la journée.
24 et 25, pluie et très fort vent ; neige.
28, pluie et neige.
29, très fort vent le soir.

GRAND SAINT-BERNARD — SEPTEMBRE 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	67.2	66.8	67.3	67.1	− 1.0	66.5	67.8	NE. 2	NE. 3	NE. 4	NE. 3	10	6	10	9	....	....
2	67.8	67.6	67.1	67.5	− 0.6	66.9	68.1	NE. 2	NE. 3	NE. 3	NE. 3	10	7	10	9	....	....
3	66.9	67.2	67.9	67.3	− 0.7	66.7	68.2	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	1	10	4	....	....
4	68.4	68.8	69.8	69.0	+ 1.0	68.0	70.2	NE 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	5	10	8	....	....
5	69.4	69.6	69.5	69.5	+ 1.6	69.2	69.9	SW. 1	SW. 1	NE. 2	SW. 1	0	2	0	1	....	....
6	69.0	69.1	70.1	69.4	+ 1.5	68.8	70.4	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	1	3	10	5	....	....
7	70.2	70.6	71.1	70.6	+ 2.8	70.0	71.4	SW. 3	SW. 1	NE. 2	SW. 2	10	10	10	10	5.0	....
8	70.2	70.3	70.6	70.4	+ 2.7	70.0	70.8	NE. 2	NE. 2	NE. 1	NE. 2	7	4	2	4	....	....
9	70.3	70.5	70.7	70.5	+ 2.9	70.0	71.0	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	9	5	10	8	....	....
10	70.0	69.6	69.4	69.7	+ 2.1	69.2	70.3	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	5	10	10	8	....	....
11	70.0	69.9	70.3	70.1	+ 2.6	69.8	70.5	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	4	5	0	3	....	....
12	70.1	70.8	71.5	**70.8**	+ **3.4**	69.9	**71.8**	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	6	4	5	....	....
13	70.5	69.9	68.3	69.6	+ 2.2	68.0	70.8	SW. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	**33.7**	....
14	66.0	65.7	65.9	65.9	− 1.4	65.4	66.3	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	7	9	9.8	....
15	65.9	66.4	67.4	66.3	− 0.9	64.8	67.8	NE. 1	NE. 2	NE. 3	NE. 2	10	10	7	9	....	....
16	67.3	68.1	67.8	67.7	+ 0.6	67.1	68.2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	0	0	0	....	....
17	66.7	67.0	67.7	67.1	0.0	66.5	67.9	SW. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	0	0	....	....
18	68.0	69.1	69.1	68.7	+ 1.7	67.9	69.3	SW. 2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	4	5	0	3	....	....
19	66.9	66.0	65.9	66.3	− 0.6	65.4	68.1	NE. 2	NE. 3	SW. 2	NE. 2	0	0	10	3	....	....
20	63.9	64.5	64.0	64.1	− 2.7	63.7	64.7	SW. 2	SW. 3	SW. 2	SW. 2	7	10	10	9	....	....
21	61.5	62.3	62.2	**62.0**	− **4.7**	**61.3**	62.5	SW. 2	SW. 3	SW. 1	SW. 2	4	5	3	4	....	....
22	61.5	62.2	63.1	62.3	− 4.3	61.4	63.2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	8	10	9	....	....
23	62.8	63.5	64.4	63.6	− 3.0	62.6	64.5	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	5	4	6	....	....
24	64.1	64.3	63.9	64.1	− 2.4	63.7	64.5	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	4	10	10	8	9.0	9
25	63.7	63.8	64.3	63.9	− 2.5	63.5	64.8	SW. 2	SW. 3	SW. 3	SW. 3	10	10	10	10	10.8	**11**
26	65.4	66.5	67.1	66.3	0.0	65.1	67.2	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	7	5	7	....	....
27	65.5	65.0	64.9	65.1	− 1.1	64.5	66.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	5	10	8	....	....
28	63.2	63.2	63.6	63.3	− 2.8	63.1	63.7	NE. 2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	1.2	5
29	63.3	63.5	64.6	63.8	− 2.2	63.2	64.8	NE. 2	SW. 1	SW. 3	SW. 2	5	10	10	8	....	....
30	64.2	65.3	65.8	65.1	− 0.9	64.0	66.1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	3	10	2	5	....	....
Mois	66.63	66.90	67.18	66.90	− 0.55							6.3	6.3	6.8	6.4	69.5	25

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 2.4	+ 2.6	− 0.6	+ 1.5	− 3.6	− 0.7	+ 5.5	85	80	86	84	76	90
2	− 0 6	2.3	− 1.0	0.2	− 4.8	− 1.8	2.7	86	64	87	79	60	90
3	+ 0.8	7.1	+ 3.0	3.6	− 1.2	− 1.5	7.2	68	68	88	75	54	91
4	2.5	7.8	3 8	4.7	− 0.1	+ 2.1	8.0	90	65	75	77	58	92
5	5.1	9.6	5.6	6.8	+ 2.1	3.0	**10.4**	65	42	71	**59**	**33**	88
6	4.0	7.8	4.7	5.5	+ 0.9	2.8	**10.4**	76	75	80	77	45	82
7	3.6	4.6	3.7	4.0	− 0.6	3.5	5.4	82	72	85	80	65	90
8	1.8	7 0	4 9	4.6	+ 0.1	1.8	7.9	86	67	73	75	63	88
9	4.6	8.1	5.0	5.9	+ 1 6	3.6	8.2	57	65	83	68	40	86
10	4.3	6.1	5.9	5.4	+ 1.2	4.0	7.7	82	80	80	81	72	88
11	4.5	7.3	4.7	5.5	+ 1.4	4.5	8.3	78	72	77	76	55	87
12	5.5	9 6	6.8	**7.3**	+ **3.3**	4.6	9.8	68	73	82	74	65	88
13	5 4	7.1	5.8	6.1	+ 2.2	5.3	7.4	80	72	82	78	63	89
14	+ 4.0	6.4	+ 4.6	5.0	+ 1.2	+ 3.9	8.0	78	78	68	75	61	86
15	0.0	1.5	− 1.3	0.1	− 3 6	− 1.6	4.8	84	77	83	81	70	90
16	− 0.9	3.9	+ 1.1	1.4	− 2.1	− 2.3	4.8	65	57	65	62	39	90
17	+ 1.5	3.3	1.9	2.2	− 1.2	+ 1.0	7.2	67	50	81	66	37	87
18	0.1	4.7	+ 2.8	2.5	− 0.7	− 0.7	6.1	83	50	64	66	40	88
19	+ 1.2	4.6	− 1.4	+ 1.5	− 1.7	− 2.0	4.5	65	47	86	66	44	93
20	− 2.7	+ 2.6	− 3.4	− 1.2	− 4.2	− 4.0	2.7	75	76	77	76	70	94
21	− 5.2	− 2.7	− 3.4	− **3.8**	− **6.7**	− **5.6**	+ 0.8	78	67	78	74	46	90
22	− 3.9	− 2.0	− 2.2	− 2.7	− 5.5	− 4.0	− 1.6	80	81	82	81	76	90
23	− 2.7	− 3.0	− 2.0	− 2.6	− 5.2	− 3.0	+ 0.5	80	82	74	79	60	89
24	− 2.2	+ 0.3	− 2.4	− 1.4	− 3.9	− 2.8	+ 0.5	75	70	94	80	68	92
25	− 2.0	− 0.2	− 0.2	− 0.8	− 3.2	− 2.3	0.0	88	87	88	**88**	85	93
26	− 0.2	+ 1.0	+ 0.3	+ 0.4	− 1.9	− 1.4	+ 1.5	86	83	88	86	82	92
27	− 0.2	+ 2.2	+ 0.1	+ 0.7	− 1.4	− 0.7	3.9	85	75	88	83	70	93
28	− 1.0	− 0.2	− 1.9	− 1.0	− 3.0	− 2.0	+ 0.6	86	88	84	86	80	91
29	− 2.0	− 0.9	− 1.8	− 1.6	− 3.4	− 2.1	− 0.6	84	84	83	84	80	90
30	− 3.5	+ 0.6	− 1.9	− 1.6	− 3.3	− 3.6	+ 2.5	83	73	90	82	69	**98**
Mois	+ 0.81	+ 3.64	+ 1.37	+ 1.94	− 1.38	− 0.07	+ 4.84	78	71	81	77		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + | **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	68.94	69.01	69.35	69.10	78	68	81	75
2e »	67.44	67.74	67.79	67.66	74	65	76	72
3e »	63.52	63.96	64.39	63.95	82	79	85	82
Mois	66.63	66.90	67.18	66.90	78	71	81	77

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2.85	+ 6.30	+ 3.50	+ 4.22	+ 4.04
2e »	+ 1.86	+ 5.10	+ 2.16	+ 3.04	+ 2.82
3e »	— 2.29	— 0.49	— 1.54	— 1.44	— 1.47
Mois	+ 0.81	+ 3.64	+ 1.37	+ 1.94	+ 1.80

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{71}{90} = 0.79$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W. Son intensité est égale à 21.1 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	28.9	25.5	43.7	69.5
Neige en centimètres....	0^{cm}	0^{cm}	0^{cm}	25^{cm}

SUR

LES DÉRIVÉS MONONITRÉS

DU

P-AMINOPHÉNOL

PAR

Frédéric REVERDIN et Auguste DRESEL

Les deux mononitro-p-aminophénols théoriquement possibles

NO^2 / $OH \langle \; \rangle NH^2$ et NO^2 / $OH \langle \; \rangle NH^2$

sont connus et ont été décrits par divers auteurs. Nous rappellerons que H. Hähle[1] a préparé le m-nitro-p-aminophénol par nitration du diacétyl-p-aminophénol et qu'il en a établi la constitution, tandis que Friedländer et Zeitlin[2] ont obtenu par décomposition de l'o-nitro-diazobenzène-imide un derivé qu'ils avaient considéré comme étant un m-nitro-o-aminophénol mais que Kehrmann et Gauhe[3], ont reconnu être en réalité le m-nitro-p-aminophénol.

[1] *Journal für prakt. Chemie* [2], t. LXIII, p. 63.
[2] *Berichte d. d. Chem. Ges.*, t. XXVII, 1894, p. 195.
[3] *Berichte d. d. Chem. Ges.*, t. XXX, 1897, p. 2137, et t. XXXI, 1898, p. 2403.

Quant à l'o-nitro-p-aminophénol il a été aussi préparé par Friedländer et Zeitlin (loc. cit.) en partant de la m-nitro-diazobenzène-imide et sa constitution a été confirmée par les recherches de Kehrmann et Idzkowska[1]. On trouve en outre dans la bibliographie chimique la mention d'un troisième dérivé mononitré du p-aminophénol dont les propriétés ne s'accordent pas avec celles des deux précédents et qui aurait été obtenu par Hübner, Morse et Güssefeldt[2] en partant d'un monobenzoyl-p-aminophénol. La constitution de ce dérivé n'a pu être établie par ces auteurs, le remplacement du groupe « amino » par l'hydrogène qui aurait fourni un nitrophénol ayant échoué.

En présence de ces faits, il nous a paru intéressant de répéter les expériences de Hübner, Morse et Güssefeldt qui paraissaient être en contradiction avec les autres observations.

Ces auteurs ont décrit un *monobenzoyl-p-aminophénol* $C^6H^4OH.NHC^7H^5O$ de F. 227°.5 qu'ils ont préparé en chauffant une molécule de chlorure de benzoyle avec une molécule de chlorhydrate de p-aminophénol à 130°. pendant une heure. Ce produit disent-ils, n'est pas attaqué par les solutions froides des acides, des *alcalis* et par *l'ammoniaque bouillante*. L'analyse correspond à celle d'un dérivé monobenzoylé et s'écarte de celle d'un dérivé dibenzoylé. Partant de l'idée qu'ils avaient bien à faire à un dérivé monobenzoylé, les auteurs pour fixer sa constitution, ont comparé leur produit avec celui qui se forme par benzoylation du p-nitro-phénol.

[1] *Berichte d. d. Chem, Ges.*, t. XXXII, 1899, p. 1066.
[2] *Liebig's Annalen*, t. CCX, p. 378.

puis réduction, et qui doit bien correspondre à la formule $C^6H^4.OC^7H^5O.NH^2$. Or celui-ci fond à 153-154 et il est plus soluble dans divers dissolvants. De ces différences et de l'analyse (dans laquelle il se sera sans doute glissé une erreur) les auteurs concluent que le composé fusible à 227°.5 doit être benzoylé au groupe « amino ». Ce produit est donc mentionné dans la bibliographie chimique et en particulier dans le Beilstein[1] sous le nom de *benzoyl-p-aminophénol*, sans indication, il est vrai, de la formule.

Si l'on considère : 1° qu'il n'est pas attaqué par les alcalis à froid et par l'ammoniaque bouillante, 2° qu'il a un point de fusion assez rapproché de celui du dibenzoyl-p-aminophénol décrit par divers auteurs[2] avec F. 231° et 3° qu'il se comporte à la nitration autrement que l'on pourrait s'y attendre de la part d'un dérivé renfermant le groupe hydroxyle non préservé, on arrive à supposer que le produit de Hübner, Morse et Güssefeldt est en réalité le dibenzoyl-p-aminophénol non complètement pur.

L'expérience a confirmé cette manière de voir ; en opérant comme l'indiquent les auteurs avec une ou même avec deux molécules de chlorure de benzoyle, on obtient après purification le même produit, le *dibenzoyl-p-aminophénol* ; les rendements seuls varient. Après une première cristallisation dans l'acide acétique le produit de la réaction fond à 230° et après plusieurs

[1] *Handbuch des org. Chemie*, t. II, p. 1177.

[2] *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. IX, 1876, p. 1529 ; t. XXVII, 1894, p. 3358 ; t. XXIX, 1896, p. 1484 et *Liebig's Annalen*, t. CCLIV, p. 256.

cristallisations soit dans l'acide acétique soit dans l'alcool à 233-234°.

0.2343 Sbst. 9.8^{cc} N (20°,731^{mm})
Calculé pour $C^{20}H^{15}O^{3}N$ N = 4.41 %
Trouvé N = 4.59

Ce composé est insoluble à froid et à chaud dans la solution de carbonate de soude ainsi que dans la lessive de soude étendue. Les eaux mères des cristallisations renferment du produit soluble dans les alcalis et par conséquent non benzoylé au groupe « amino ».

Le *monobenzoyl-p-aminophénol* $C^6H^4.OH.NHC^7H^5O$ qui a déjà été décrit par Albert-W. Smith[1] avec F. 205-207° est en revanche indiqué comme soluble dans les alcalis, ce qui doit être, étant donné sa constitution. Nous l'avons préparé de nouveau, en introduisant du chlorure de benzoyle (même en excès) dans la solution alcoolique du p-aminophénol et abandonnant le mélange jusqu'à cristallisation. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool le monobenzoyl-p-aminophénol est en paillettes blanches et nacrées F. 214-215°.

0.2445^{gr} Sbst. 14.8^{cc} N (21°,729^{mm})
Calculé pour $C^{13}H^{11}O^{2}N$ N = 6.57 %
Trouvé N = 6.60

Ce composé est insoluble à froid dans la solution de carbonate de soude mais il s'y dissout à chaud ainsi que dans l'ammoniaque et à froid dans la lessive de soude étendue.

Nous avons ensuite examiné comment se comportaient à la nitration, en suivant les indications de Hüb-

[1] *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, 1891, p. 4042.

ner, Morse et Güsseleldt, le mono et le dibenzoyl-p-aminophénol et voici ce que nous avons constaté.

Nous n'avons pas réussi à nitrer le dérivé monobenzoylé par le procédé de Hübner; lorsqu'on le traite par l'acide nitrique D = 1.50, il y a déjà à 30-35° une décomposition complète, donc bien au-dessous de la température à laquelle on devrait opérer soit 80°, d'après le dit procédé, ce qui montre que l'auteur n'a pas travaillé avec le monobenzoyl-p-aminophénol. En nitrant en revanche le dérivé dibenzoylé avec de l'acide nitrique de D = 1.50 et faisant cristalliser une seule fois le produit de la réaction dans l'acide acétique, nous avons obtenu une substance fusible de 205° à 210°. Hübner indique F. 225°, pour le produit complètement purifié sans doute. Ce composé est d'après cet auteur saponifié par une solution bouillante de carbonate de soude et fournit d'une part du m-nitrobenzoate de soude et d'autre part le sel de soude d'un nitro-p-aminophénol. Nous avons aussi soumis notre produit à l'action de la solution de carbonate de soude bouillante jusqu'à dissolution, mais au lieu de chercher à séparer, comme l'avait fait Hübner, les produits de la saponification par cristallisation, nous avons traité la solution alcaline par l'acide chlorhydrique. Nous avons recueilli le précipité qui constitue un produit de saponification partielle (saponifié en OH seulement) et nous avons retiré des eaux de filtration un nitroaminophénol que nous avons reconnu être le *m-nitro-p-aminophénol* avec F. 154°.

En saponifiant directement le produit ci-dessus de la nitration par l'acide sulfurique concentré, en chauffant une heure au bain-marie avec cinq parties d'acide sul-

furique concentré, nous avons obtenu outre le nitroaminophénol un dinitroaminophénol bien caractérisé par ses aiguilles rouges à reflet vert, F. 230-231° et par la coloration violette qu'il fournit avec la lessive de soude.

La nitration du dibenzoyl-p-aminophénol par la méthode de Hübner donne donc un mélange de dérivés mono et dinitrés et la saponification au moyen du carbonate de soude n'est que partielle.

Lorsqu'on nitre le dibenzoyl-p-aminophénol en l'introduisant peu à peu dans cinq parties d'acide nitrique de D = 1.52, de manière que la température ne dépasse pas 25°, puis chauffant ensuite au bain-marie jusqu'à 60° et coulant sur la glace, on obtient un produit qui après plusieurs cristallisations dans l'acide acétique fond à 229°.

0.1273gr Sbst. 16.9cc N (25°,726mm)
Calculé pour $C^{20}H^{11}O^{11}N^{5}$ N = 14.08 %
Trouvé N = 14.13

Ce composé saponifié au moyen de l'acide sulfurique nous a donné le *dinitro-p-aminophénol* dont nous venons de parler et qui cristallise dans l'eau et dans le benzène en belles aiguilles rouges à reflet vert F. 230-231°.

0.1533gr Sbst. 29.4cc N (22°,730mm)
0.1052gr » 20.2 (21°,732mm)
Calculé pour $C^{6}H^{5}O^{5}N^{3}$. N = 21.10 %
Trouvé N = 20.84 ; 21.03

Ce dérivé, dont nous n'avons pas encore déterminé la constitution mais dont nous poursuivons l'étude, est très facilement soluble dans l'alcool, l'acétone, l'acide acétique et le chloroforme, ainsi que dans l'eau bouil-

lante, assez soluble dans le benzène, presque insoluble dans la ligroïne.

Son *dérivé acétylé* est en aiguilles jaunes et brillantes, F. 182°, il est soluble dans le carbonate de soude et correspond à la formule $C^6H^2(NO^2)_2OHNH$ C^2H^3O ; l'acide chlorhydrique le saponifie facilement.

0.1048gr Sbst 17.1cc N (21°,727mm)
Calculé pour $C^8H^7O^6N^3$ N = 17.42 %
Trouvé N = 17.74

Le produit fusible à 229° obtenu par nitration du dibenzoyl-p-aminophénol doit donc renfermer des groupes NO^2 dans les résidus benzoyliques ; le résultat du dosage de l'azote donné ci-dessus s'accorde bien avec la formule d'un *dinitrobenzoyl-p-aminodinitrophénol* $C^6H^2(NO^2)_2OC^7H^4ONO^2.NH.C^7H^4ONO^2$.

La différence minime dans la teneur en azote du m-nitrobenzoyl-p-aminonitrophénol de Hübner (13-86 %) et du dinitrobenzoyl-p-aminodinitrophénol (14-08 %) a du induire en erreur cet auteur qui a trouvé 14.07 %.

Les propriétés de notre produit, sauf le point de fusion un peu plus élevé (229° au lieu de 225°) correspondent à celles de la substance décrite par Hübner qui a pu être constituée par un mélange de dérivés plus ou moins nitrés.

Si l' on emploie, pour la nitration, de l'acide de D = 1.48 et qu'on maintienne la température de 0 à + 10° on obtient un composé qui cristallise dans l'acide acétique en deux modifications (cristaux durs jaune-brun et aiguilles jaune pâle, feutrées) fusibles toutes deux à 147°.

0.1418gr Sbst. 10.4cc N (21°,724mm)
Calculé pour $C^{20}H^{14}O^5N^2$ N = 7.73 %
Trouvé N = 7.94

En saponifiant ce produit par l'acide sulfurique, on obtient d'une part de l'acide benzoïque qui se précipite lorsqu'on coule la solution sulfurique dans l'eau et d'autre part du *m-nitro-p-aminophénol*

OH

NO^2

NH^2

qui fond à l'état pur à 154° (Friedländer et Zeitlin 135-136° ; Hähle 148°). On le retire de la solution filtrée après avoir neutralisé incomplètement l'excès d'acide sulfurique par le carbonate de baryte et extrayant à l'éther après addition de bicarbonate de soude. Le produit nitré ci-dessus, fusible à 147° correspond donc à la formule

OC^7H^5O

NO^2

$N\begin{smallmatrix}H\\C^7H^5O\end{smallmatrix}$

A la suite de ces recherches nous pensons qu'il convient de supprimer de la bibliographie chimique :

1° Le soi-disant mono-benzoyl-p-aminophénol F. 227°.5 de Hübner[1] en conservant seulement celui qui est décrit par Smith et pour lequel nous avons trouvé un point de fusion plus élevé, soit 214-215°.

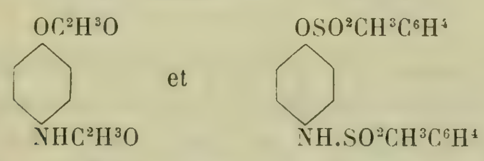
2° Le m-nitrobenzoyl-p-aminonitrophénol[2] F. 228° qui a été très probablement confondu avec le dinitrobenzoyl-p-aminodinitrophénol.

[1] *Beilstein Handbuch der org. Chemie,* t. II, p. 1177.

[2] *Beilstein Handbuch der org. Chemie*, t. II, 1232.

3° Le soi-disant p-aminonitrophénol (déjà marqué d'un point d'interrogation dans Beilstein, t. II, p. 732) cristallisant avec de l'eau en aiguilles incolores F. 183° et anhydre en aiguilles jaunes, F. 206°. Ce produit doit être un autre composé.

Pour préparer directement les dérivés nitrés du p-aminophénol, il est préférable, tout au moins lorsqu'on opère avec de l'acide nitrique seul, de prendre comme produits de départ des composés dans lesquels l'hydroxyle et l'amino sont tous deux préservés. Nous avons dit précédemment que la nitration du benzoyl-p-aminophénol de la formule $C^6H^4.OH.NHC^7H^5O$ ne conduisait pas à un bon résultat, dans les conditions où nous l'avons essayée ; nous avons encore constaté qu'il en était de même du dérivé acétylé correspondant ainsi que de l'éther p-toluène sulfonique du p-aminophénol. Nous avons obtenu en revanche les produits désirés en partant des dérivés suivants :



Le *diacétyl-p-aminophénol* déjà décrit par Ladenburg[1] fond à 154° (L. 150-151°) ; il a été nitré par Hähle[2] qui a obtenu le *m-nitro-p-aminophénol* auquel il a assigné le F. 148°. Nous pouvons confirmer les observations de cet auteur, en ajoutant toutefois, que nous avons trouvé pour le produit complètement purifié le

[1] *Berichte d. d. chem. Ges.*, t IX, 1876, p. 1528.
[2] *Journal f. prak. Chemie*, [2], t. XLIII, p. 63.

F. 154°. En outre nous avons constaté que la saponification du nitrodiacétylaminophénol peut être opérée en deux phases. En laissant digérer à froid pendant 12 heures 1 gr. de produit nitré avec 1 cc. de lessive de soude à 40 °/₀ ou avec 4 cc. d'acide sulfurique concentré, on obtient un produit saponifié à l'hydroxyle seulement et qui cristallise dans l'eau bouillante en aiguilles jaune brunâtre, F. 218°. Dans ces conditions une petite quantité seulement de la substance est complètement saponifiée.

Le produit incomplètement saponifié a été analysé et identifié avec le *dérivé acétylé en NH^2 du m-nitro-p-aminophénol*

OH

NO^2

$N\begin{smallmatrix}H\\C^2H^3O\end{smallmatrix}$

0.1747gr Sbst. 23.4cc N (20°,730mm)

Calculé pour $C^8H^8O^4N^2$ N = 14.28 %

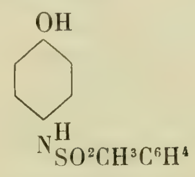
Trouvé N = 14.70

Ce composé traité peu de temps à l'ébullition par la lessive de soude étendue ou chauffé au bain-marie avec de l'acide sulfurique, est complètement saponifié et fournit le *m-nitro-p-aminophénol*.

En modifiant les conditions de la nitration, c'est à dire en opérant avec de l'acide nitrique de D = 1.52 nous avons aussi obtenu avec le diacétyl-p-aminophénol un produit qui nous a fourni par saponification le *dinitro-p-aminophénol* F. 230-231°.

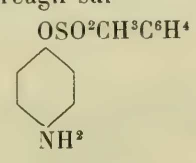
Enfin nous avons préparé dans le but de le soumettre à la nitration l'éther toluène-p-sulfonique de la toluène-p-sulfonephényl-p-oxamide, que nous désigne-

rons dans les lignes qui suivent, pour plus de commodité, sous le nom de « dérivé disulfo ». Nous l'avons obtenu de diverses manières : 1° en faisant réagir le p-sulfochlorure de toluène sur



décrit par Ullmann et Tröger[1] ;

2° en le faisant réagir sur



décrit par Bamberger et Rising[2] ;

3° en faisant réagir deux molécules de sulfochlorure sur le p-aminophénol.

Dans ce dernier cas nous avons toujours constaté la formation d'un produit secondaire F. 183-184° renfermant une plus grande quantité de soufre soit 18.05 °/₀, 18.14 °/₀, 18.40 °/₀ et 2.60 °/₀, 3.05 °/₀ d'azote. Ce composé ne réagit plus avec l'anhydride acétique mais l'analyse ne donne cependant pas des résultats correspondants à un «dérivé trisulfo» qui exigerait 16.82 °/₀ et 2.47 d'azote.

Nous avons fait réagir le p-sulfochlorure sur le p-aminophénol soit en solution aqueuse soit en solution alcoolique en présence de carbonate de soude ou d'acétate de soude. Le « dérivé disulfo » cristallise dans le

[1] *Journ. f. prakt. Chemie* [2], t. LI, p. 438.
[2] *Berichte d. d. chem. Ges.*, XXXIV, 1901, p. 240.

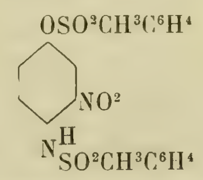
benzène en aiguilles blanches F. 169° ; il est facilement soluble dans l'acétone et dans l'acide acétique cristallisable, assez soluble dans l'alcool ou le benzène, peu soluble dans la ligroïne et dans l'eau.

0.1758gr Sbst. 0.2058 $BaSO^4$ = 0.028264 S
0.3037 » 10cc N (16°728mm)
Calculé pour $C^{20}H^{19}O^5NS^2$ S = 15.35 %
N = 3.35
Trouvé S = 16.07
N = 3.66

Cette combinaison fournit un *dérivé acétylé* qui cristallise en aiguilles prismatiques blanches et feutrées, F. 150-152°.

0.2546gr Sbst. 7.9cc N (19°,717mm)
Calculé pour $C^{22}H^{21}O^6NS^2$ N = 3.05 %
Trouvé N = 3.40

En introduisant une partie du « dérivé disulfo » dans deux parties d'acide nitrique de D = 1.48 et maintenant la température entre 10° et 15°, on obtient un produit fusible à 139°, cristallisé en prismes brillants, jaune brun et correspondant à la formule



0.1926gr Sbst. 11.1cc N (15°,730mm)
0.2034 » 11.5cc N (19°,730mm)
Calculé pour $C^{20}H^{18}O^7N^2S^2$ N = 6.06 %
Trouvé N = 6.47; 6.23

Il fournit, en effet, par saponification au moyen de l'acide sulfurique, en le chauffant deux heures au bain-marie, le *m-nitro-p-aminophénol*, F. 154°.

CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE

DU

BISMUTH CRISTALLISÉ

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

PAR

F.-Louis PERROT

suivie d'une note de

C. CAILLER

I

Il n'est pas sans intérêt de connaître comment la chaleur se propage dans le bismuth cristallisé, à cause des propriétés thermo-électriques et thermo-magnétiques que ce corps manifeste à un degré d'intensité tout spécial.

Matteuci[1] étudia la conductibilité thermique de tiges de bismuth taillées, les unes parallèlement, les autres perpendiculairement à l'axe principal, lequel est lui-même perpendiculaire au clivage le plus facile. Ces tiges, préalablement recouvertes d'une couche de cire, étaient plongées par une de leurs extrémités dans du

[1] *Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. XLIII, p. 467 (1855).

mercure chauffé à 150°. Voici les longueurs des couches de cire fondues dans des expériences correspondantes :

Dans le sens du clivage (sens ⊥)..	13.54	14.64	13.50	14.20
Dans le sens de l'axe (sens ‖)....	12.20	13.59	14.45	13.70
Rapport...	1.11	1.08	0.93	1.04

Les longueurs sont proportionnelles aux racines carrées des conductibilités. La moyenne donnerait donc comme rapport des conductibilités principales 1.08.

La méthode employée par Matteuci ne se prêtait évidemment pas à une précision suffisante et le matériel employé ne semble pas avoir eu une texture cristalline régulière dans toute son étendue. Dans la troisième expérience le sens du rapport est même renversé.

Aucune des mesures publiées par de Senarmont en application de la méthode ingénieuse qu'il avait imaginée pour les corps cristallisés n'a porté sur le bismuth. Jannettaz, qui perfectionna les appareils et détermina les conductibilités principales d'un grand nombre de cristaux, n'a pas donné de chiffres relatifs au bismuth. Il dit seulement que les courbes obtenues sur ce métal n'étaient pas assez nettes pour permettre des mesures et ajoute que l'ellipticité chez le bismuth est assez forte [1].

Plus récemment, M. Louis Lownds [2], qui s'est occupé à plusieurs reprises des propriétés électro et magnéto-thermiques du bismuth cristallisé, a aussi mesuré le rapport des axes de conductibilité thermique de ce corps, par la méthode de Senarmont. Le seul cristal que M. Lownds avait à sa disposition mesurait

[1] *Ann. de chim. et de phys.*, t. XXIX, p. 39 (1873).

[2] *Philosoph. Magazine*, t. V, p. 152 (1903).

$16^{mm}.0$ de longueur, $13^{mm}.5$ de largeur et $4^{mm}.0$ d'épaisseur. L'auteur n'a pas donné le détail des mesures individuelles et résume par un seul chiffre. 1.19, les rapports trouvés sur les ellipses isothermes. Si l'on élève ce chiffre au carré on obtient le rapport des conductibilités thermiques principales $\frac{\perp}{\parallel} = 1.42$.

La méthode de Senarmont est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'en rappeler le principe [1]. M. Lownds enduisait la surface du cristal d'une mince couche d'acide élaïdique [2]. Au centre, il maintenait appuyée l'extrémité pointue d'une tige rigide en cuivre, chauffée en son milieu par un bec Bunsen.

Ayant à ma disposition plusieurs prismes (parallélipipèdes rectangles) taillés dans des blocs de bismuth, d'une structure cristalline remarquablement régulière étant donné leur grosseur et sur lesquels j'ai déjà effectué des mesures thermo-électriques [3], il m'a paru intéressant de soumettre ces mêmes échantillons à des mesures de conductibilité thermique. J'employai un dispositif analogue à celui de M. Lownds, mais je multipliai le nombre des ellipses, les produisant en différents points et sur différentes faces de chaque prisme, de façon à obtenir des moyennes assez exactes malgré le caractère toujours approximatif des mesures individuelles.

Je renvoie à mon précédent mémoire pour les détails

[1] *Ann. de chim. et de phys.*, 3e série, t. XXI, p. 457 (1847).

[2] Rappelons que pour que l'acide élaïdique donne des ellipses assez nettes, il faut y incorporer une faible proportion d'un mélange de cire vierge et de térébenthine.

[3] *Archives*, tome VI, pp. 105 et 229 (1898).

sur la préparation, les densités, les dimensions des prismes G, P, M et A. Le prisme A, présentait un intérêt spécial, car c'est dans ce même morceau, auparavant plus gros, que M. van Everdingen avait taillé des barreaux qui lui ont servi pour ses recherches sur le phénomène de Hall[1]. Ce prisme et d'autres ayant perdu leurs dimensions primitives, je donnerai, en tête des tableaux qui vont suivre, la longueur et la largeur des faces parallèles à l'axe principal sur lesquelles les ellipses ont été produites.

Voici les résultats obtenus avec les quatre prismes. Les longueurs des axes principaux des ellipses ont été mesurées avec la machine à diviser et sont exprimées en millièmes de millimètre. Il est évident que le degré de netteté des courbes est bien loin de permettre un tel ordre d'approximation et que ce n'est qu'en vue des moyennes qu'on a lu jusqu'au millième.

Prisme G (14mm.2 sur 17mm.1).

⊥	‖	Rapport des axes
3858	3438	1.122
6004	5314	1.129
6322	5562	1.137
5124	4460	1.149
4094	3848	1.064
6366	5692	1.118
4762	4190	1.136
7270	6710	1.083
6600	5640	1.170
4434	3792	1.169
6544	5520	1.185
6606	5730	1.153
		1.135

[1] *Archives*, t. XI, p. 433 (1901).

Dans ce premier prisme les ellipses diffèrent notablement suivant le point échauffé à cause de plusieurs fentes qui traversent l'épaisseur du prisme et gênent la propagation régulière du flux calorifique.

Le résultat pour G est donc un peu incertain.

PRISME A ($10^{mm}.3$ sur $10^{mm}.9$).

⊥	∥	$\frac{\perp}{\parallel}$
6136	5412	1.134
5808	5204	1.116
5760	4872	1.182
7268	5818	1.248
5922	4856	1.219
4652	3906	1.191
4130	3460	1.193
4694	3850	1.219
6514	5530	1.177
6324	5196	1.216
6414	5590	1.147
4734	4076	1.161
6136	5054	1.214
5614	4630	1.212
5274	4476	1.178
		1.187

On a remarqué quelques variations dans les grandeurs relatives des axes, suivant qu'on opérait sur une des faces ou sur la face opposée.

PRISME P ($6^{mm}.9$ sur $17^{mm}.0$).

⊥	∥	$\frac{\perp}{\parallel}$
5892	5058	1.164
5800	5092	1.139
5702	5050	1.129
4148	3618	1.146
		1.144

Le prisme P m'avait servi à vérifier la formule de Liebisch relative à l'ellipsoïde de thermoélectricité[1].

PRISME M (17mm.6 sur 30mm.5).

⊥	∥	Rapport ⊥/∥
5284	4462	1.184
7624	6470	1.178
7280	6232	1.167
6220	5294	1.175
7426	6294	1.179
6896	5734	1.202
7400	6204	1.192
6940	6000	1.157
		1.179

On obtient le rapport des conductibilités thermiques en faisant le carré du rapport des axes des ellipses, ce qui donne, en résumé, pour les quatre prismes :

Prisme.	Rapports des axes ⊥/∥	Rapports des conductibilités	Densités.	Rapports forces thermo-électriques entre 10° et 100° ∥/⊥
[G	1.135	1.288	9.809	2.00]
P	1.144	1.308	9.848	2.00
A	1.187	1.408	9.887	1.85
M	1.179	1.390	9.851	2.10
Moyennes des 4 prismes :	1.161	1.348	9.849	1.99
» sans le prisme G :	1.170	1.368	9.862	—
[Lownds :	1.19	1.42	—	1.91]

On peut remarquer que la conductibilité dans les cristaux de bismuth se trouve être la plus forte dans le sens perpendiculaire à l'axe, c'est à dire *dans le sens du clivage le plus facile*. C'est une nouvelle confirmation de la loi énoncée par Jannettaz.

D'une façon générale les différences observées entre

[1] *Archives*, t. VII, p. 153 (1899).

les prismes sous le rapport de leurs densités et de leurs forces thermoélectriques faisaient prévoir celles qui se manifesteraient dans les conductibilités. On sait du reste que cette dernière propriété varie souvent d'une manière considérable d'un échantillon à un autre d'un même métal (en raison de la trempe par exemple). J'ai aussi observé ailleurs[1] que le pouvoir thermoélectrique d'un même prisme de bismuth cristallisé peut subir une légère variation avec le temps, par suite de modifications indéfinissables dans l'état d'agrégation moléculaire. A plus forte raison ne peut-on pas prétendre à une concordance bien satisfaisante entre les résultats de plusieurs auteurs ayant opéré sur des échantillons de bismuth différents, dont il est très difficile de constater la régularité de cristallisation dans toute leur masse.

II

C'est en m'autorisant de l'intérêt qu'avait bien voulu y porter Charles Soret, mon très regretté maître, que je crois devoir publier un autre essai de mesure du rapport des conductibilités principales par un procédé basé sur l'*état variable*. Ce procédé, ainsi que je l'ai bientôt constaté, avait déjà été indiqué par M. Thoulet[2]. Voici en gros en quoi il consiste et comment je l'avais adapté au cas particulier d'un prisme de bismuth.

Les échantillons des corps dont on veut étudier la conductibilité sont taillés en forme de plaques dont la face inférieure est échauffée par contact avec la surface bien plane et polie d'un bloc de fer maintenu lui-même

[1] *Archives*, t. VII, p. 149 (1899).
[2] *Ann. de chim. et de phys.*, 5e série, t. XXVI, p. 261 (1882).

à température constante (α). Deux index ou montres fusibles formés de deux substances fondant à des température θ' et θ'' différentes, ont été préalablement déposés à la surface supérieure de la plaque. Le flux de chaleur provenant du bloc de fer et pénétrant dans la plaque ne tarde pas à la traverser et à provoquer successivement la fusion des deux index.

On peut espérer trouver une relation entre les intervalles de temps δ qui séparent les entrées en fusion des index sur différentes plaques et les conductibilités thermique des corps dans lesquels celles-ci ont été taillées, à condition que l'on opère en partant de dimensions et de températures identiques.

De plus, si l'on suppose que le flux traverse les plaques normalement à leur surface de contact avec le bloc de chauffe, toutes choses étant en outre rendues égales d'ailleurs, il semble que le rapport des intervalles δ devra être l'inverse du rapport des pouvoirs conducteurs des plaques.

Pour le bismuth, au lieu d'avoir deux plaques égales taillées l'une parallèlement l'autre perpendiculairement à l'axe principal, je ne disposais que d'un seul prisme (M) dont la grandeur fut suffisante et je ne voulais pas le partager. J'en rectifiai la taille à la lime, de façon à lui donner la même épaisseur dans le sens perpendiculaire à l'axe que dans le sens parallèle, et je dressai rigoureusement une face de chaque espèce sur une palette de verre dépoli à grain fin. Après dressage, les dimensions du prisme étaient les suivantes :

Longueur	$30^{mm}5$
Epaisseur soit hauteur dans le sens de l'axe. .	$17^{mm}585$
Id. dans le sens perpendiculaire	$17^{mm}645$
Différence des épaisseurs.	$0^{mm}060$

Cette différence, pratiquement négligeable, n'est que de 0,3 °/₀ de l'épaisseur moyenne.

Un seul et même prisme de bismuth ainsi préparé permet la mesure du rapport des intervalles de temps δ correspondant au sens $\parallel$ et $\perp$ à l'axe ; il suffit d'alterner des mesures en posant sur la surface du bloc de fer tantôt la face polie perpendiculaire à l'axe (ce qui donne δ pour le sens $\parallel$), tantôt l'autre face, qui donne δ pour le sens $\perp$.

Le bloc en acier à surface plane et polie dont je me suis servi, mesurait 10 cent. de long, 10 cent. de large et 5 cent. de haut. et pesait environ 3 kg. 8. Un trou foré par le côté jusqu'au centre et rempli de mercure, servait de logement à un thermomètre. Ce thermomètre, M. Thoulet s'en est assuré dans un bloc de fer dont les dimensions étaient à peu près équivalentes à celles du mien, donne la température aussi bien de la surface que des parties centrales du bloc, ce dernier prenant dans son ensemble une température uniforme grâce à un arrangement de supports, de brûleur et de cage protectrice pour lesquels je me suis en général conformé aux indications du mémoire de M. Thoulet.

Comme index fusibles, j'ai choisi les corps suivants, pris deux à deux : l'*α-naphtylamine* (point de fusion 50°) ; l'*o-nitraniline* (66°) et la *naphtaline* (79°) Ces corps, purs, répandus en petits cristaux à la surface du prisme, fondent très rapidement dès que leur température de fusion y est atteinte. Toutefois une certaine habitude doit être acquise pour pouvoir, à l'instant précis où les premiers cristaux sont nettement fondus, déclancher ou arrêter le chronographe ; de ce chef une hésitation peut causer une seconde d'erreur au

départ et une seconde à l'arrêt de l'aiguille ; il était donc nécessaire de multiplier les expériences et de prendre des moyennes.

Entre chaque nouvelle mesure de δ, le prisme était complètement refroidi par stationnement sur une épaisse plaque de fonte.

La température (α) du bloc de chauffe tend à s'abaisser graduellement lorsqu'on fait succéder rapidement les déterminations, le prisme de bismuth emportant chaque fois une certaine quantité de chaleur que le brûleur n'a pas le temps de restituer au bloc avant l'expérience suivante. Aussi ne faut-il pas précipiter les mesures et lire pour plus de sûreté le thermomètre de temps à autre ; j'ai même lu avant chaque détermination de la durée δ et ces lectures figurent dans la colonne α.

Voici, à titre d'exemple, le détail de trois séries de mesures dans diverses conditions de température.

Série 24 septembre 1903.

Température de fusion des index : $\theta' = 50°$ et $\theta'' = 66°$

Positions du prisme	α	δ
	°	"
⊥	124	12.0
‖	124	17.0
‖	124.2	16.5
⊥	124.4	10.5
‖	124.0	16.5
⊥	124.0	13.5
⊥	124.0	12.2
‖	124.0	15.5
⊥	124.0	12.1
‖	124.0	15.8
⊥	124.0	11.8
‖	124.0	17.0

Température moyenne du bloc : 124.0°
Moyenne de δ pour la position $\parallel$. 16″38.
Id. pour la position $\perp$: 12″02.

Rapport des durées $\frac{\delta \parallel}{\delta \perp} = 1.362$

Série 26 septembre.

Température de fusion des index : $\theta' = 50°$ et $\theta'' = 79°$

Position du prisme	α	δ
	°	″
$\parallel$	93.	64
$\perp$	92.5	48
$\parallel$	92.8	65
$\perp$	92.7	47.6
$\parallel$	92.5	62
$\perp$	92.2	45
$\parallel$	92.0	64
$\perp$	91.8	46
$\parallel$	92.0	65
$\perp$	92.0	48
$\parallel$	92.0	66.5
$\perp$	91.9	47

Température moyenne du bloc: 92°4.
Moyenne de δ pour la position $\parallel$: 64″42.
Id. pour la position $\perp$: 46″93.

Rapport des durées $\frac{\delta \parallel}{\delta \perp} = 1.373.$

Série 5 octobre.

Température de fusion des index : $\theta' = 50°$ et $\theta'' = 79°$.

Position du prisme.	α	δ
	°	″
$\parallel$	100.4	43.5
$\perp$	100.0	31.0
$\parallel$	100.3	43.0
$\perp$	100.0	33.0
$\perp$	100.0	34.0

Position du prisme.	α °	δ ″
‖	99.8	45.0
⊥	100.0	32.5
‖	100.3	43.0
⊥	100.5	30.0
‖	100.1	42.9
⊥	100.4	29.9

Température moyenne du bloc : 100°2.
Moyenne de δ pour la position ‖ : 43″48.
Id. pour la position ⊥ : 31″73.

Rapport des durées $\frac{\delta \parallel}{\delta \perp} = 1.370$.

Relevé de tous les rapports trouvés $\frac{\delta \parallel}{\delta \perp}$ *rangés par ordre de* θ' *et* θ'' *et de* α.

θ'	θ''	α	Rapport	e	$\delta \perp$	$\delta \parallel$
50°	66°	93.8	1.348	—0.020	23.77	32.04
»	»	110.5	1.376	+ 8	13.85	19.07
»	»	112.8	1.350	— 21	14.30	19.03
»	»	119.8	1.395	+ 25	12.25	17.10
»	»	120.9	1.350	— 21	12.13	16.38
»	»	121.3	1.378	+ 10	11.60	16.00
»	»	124.0	1.362	— 8	12.02	16.38
50°	79°	92.3	1.373	+0.005	46.93	64.42
»	»	98.6	1.395	— 23	33.33	46.50
»	»	100.2	1.370	+ 2	31.73	43.48
»	»	102.7	1.388	+ 20	28.61	39.74
»	»	119.7	1.332	— 36	19.00	25.30
»	»	125.3	1.402	+ 24	16.55	23.20
»	»	126.2	1.358	— 10	17.42	23.66
»	»	126.3	1.347	— 20	16.76	22.48

Moyenne de tous les rapports 1.3683
Moyenne des écarts individuels (e) sur la moyenne générale : 0.017 (soit 1,2 °/₀ du rapport moyen).
Moyenne des séries avec $\theta' = 50°$ et $\theta'' = 66°$... 1.3657
» » » $\theta' = 50°$ et $\theta'' = 79°$... 1.3706

Moyenne par la méthode de Senarmont, prisme M.	1.390
Moyenne par la méthode de Senarmont, tous les prismes	1.348
Moyenne par la méthode de Senarmont (sans prisme G)	1.368

On voit que, dans la limite de précision que comportent ces mesures, le rapport des durées qui séparent les entrées en fusion des deux index dans le sens || et dans le sens ⊥, se trouve être simplement l'inverse du rapport des conductibilités tel que le donne la méthode de Senarmont.

La note suivante, que je dois à l'obligeance de M. le professeur C. Cailler, montre cependant qu'il serait imprudent de conclure de ce résultat particulier à la possibilité d'ériger le procédé de M. Thoulet en véritable méthode pour la mesure relative des coefficients de conductibilité.

III

Note de M. C. Cailler, professeur à l'Université de Genève.

Pour définir la facilité plus ou moins grande qu'offre une roche au passage de la chaleur, M. Thoulet a proposé de mesurer le temps qui s'écoule entre la fusion de deux index déposés à la surface libre de cette roche, l'autre face étant maintenue par une source de chaleur à une température constante. Lorsque cette dernière est de 100 degrés et que l'épaisseur de la lame est de 1 centimètre, l'intervalle de temps qui sépare les moments où la surface supérieure atteint les températures de 50° et 84° est désigné par M. Thoulet sous le nom de *résistance thermique* de la roche en expérience. Cet

auteur regarde l'inverse de cette quantité comme définissant la véritable conductibilité thermique, tandis que M. Lagarde[1] a cru pouvoir déduire analytiquement la relation existant entre la résistance thermique et le coefficient de conductibilité intérieure. On sait que ce dernier mesure la quantité de chaleur qui traverse dans une seconde l'unité de surface d'une lame d'une épaisseur égale à l'unité, lorsque les deux faces ont entre elles une différence de température égale à 1°.

Malheureusement les calculs de M. Lagarde sont entachés d'erreurs graves qui rendent ses résultats fort contestables, et, en réalité, la résistance thermique est une fonction, d'une nature très complexe, non seulement des conductibilités intérieure et extérieure de la substance expérimentée, mais encore de sa forme géométrique, de ses dimensions, de l'état initial des températures dans son intérieur, etc. Toutes ces circonstances font varier l'intervalle de temps qui sépare la fusion des deux index et rendent cette quantité peu propre à caractériser nettement un corps au point de vue de sa conductibilité calorifique.

Toutefois les expériences de M. L. Perrot sur le bismuth montrent que les conductibilités normale et parallèle à l'axe cristallographique, obtenues exactement par la méthode des courbes isothermes de Senarmont, sont à peu près réciproquement proportionnelles aux retards qu'on observe pour la fusion du second index par rapport au premier lorsqu'on applique la méthode de Thoulet aux deux positions d'un prisme de section carrée. Il y a donc intérêt à déterminer les conditions théoriques de cette remarquable concordance.

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 1882, p. 552-563.

Dans les derniers mois de sa vie, Charles Soret avait abordé l'étude de cette question qu'il aurait sans doute épuisée si la mort l'eût permis. J'ai sous les yeux ses notes sur ce sujet ; le sens en est presque toujours facile à reconstituer, mais elles sont cependant dans un état trop imparfait pour qu'il soit possible de livrer au public cette dernière production de l'éminent physicien. C'est en m'inspirant de ces notes et en les développant que j'ai rédigé, à la prière de M. Perrot, les lignes qui suivent dont je conserve toute la responsabilité.

Je ne crois pas devoir décrire à nouveau le dispositif expérimental ni m'étendre davantage sur le principe même de la méthode de Thoulet.

Soient donc B le bloc, C la lame cristalline, nous prendrons l'axe des x dirigé verticalement de bas en haut, l'origine étant au contact entre B et C, de sorte que la face inférieure du bismuth a pour abscisse $x = 0$ et la face supérieure $x = l$; l est ainsi l'épaisseur de la lame. Pour l'étude du phénomène de conductibilité, nous admettrons que la température u en un point du cristal est une fonction du temps t et de l'abscisse x seule. La température est donc la même pour tous les points d'un plan quelconque parallèle à la face de contact. Cette hypothèse de propagation linéaire fait abstraction des pertes de chaleur par les faces latérales de la lame; nous l'adopterons toutefois, non que le cas général soit inaccessible à l'analyse, mais parce que la discussion numérique des formules devient alors impraticable. En outre l'approximation obtenue de la sorte doit être assez satisfaisante si l'on élimine autant que possible l'influence des bords en faisant les mesures dans le voisinage du centre de la

plaque, parce que la température de l'air, supposée constante dans les formules, est en réalité variable avec la hauteur et peu différente sur les faces latérales de ce qu'elle est à l'intérieur du cristal.

Soient g la température de l'air, a celle du bloc. Nous supposons encore que la face inférieure de C, en contact avec B, prend instantanément et conserve pendant toute la durée de l'expérience la température du bloc. Il faut reconnaître que cette supposition, qui n'est qu'approximativement réalisée en pratique, rend seule facile l'explication de la concordance signalée plus haut.

Nommons encore ρ la densité, c la chaleur spécifique, h et k les coefficients de conductibilité extérieure et intérieure de la lame, θ' et θ'' les températures de fusion des deux index. Il conviendra, pour donner aux formules la plus grande simplicité, de prendre l'épaisseur l du cristal comme unité de longueur. Si, les formules étant obtenues pour ce cas, on veut revenir à celui d'une épaisseur l quelconque, il suffira de remplacer toute longueur L par $\frac{L}{l}$; en outre c, ρ, h et k étant de diverses dimensions, on constatera sans peine que les rapports $\frac{h}{k}$ et $\frac{k}{\rho c}$ se transforment en $\frac{hl}{k}$ et $\frac{k}{\rho c l^2}$ respectivement.

Cela posé, l'équation de Fourier pour la convection linéaire de la chaleur s'écrit

$$\frac{du}{dt} = b^2 \frac{d^2u}{dx^2}, \qquad (1)$$

si l'on fait pour abréger $b^2 = \frac{k}{\rho c}$. Les conditions limites sont :

pour la face inférieure $x = 0$ $\quad u = a$, (2)

pour la face supérieure $x = 1$ $\quad k\,\dfrac{du}{dx} = -h(u-g)$. (3)

Enfin l'état des températures dans le cristal devant être connu à l'instant initial, on doit adjoindre aux conditions précédentes cette autre

$$u = f(x) \qquad \text{si} \qquad t = 0. \tag{4}$$

Pour intégrer l'équation (1) en tenant compte des conditions (2), (3) et (4), cherchons d'abord une solution U indépendante du temps et vérifiant (1), (2) et (3); U représente l'état stationnaire des températures. On peut prendre $U = A - Bx$, qui satisfait (1) quelles que soient les constantes A et B, et satisfera en outre (2) et (3) si

$$A = a \qquad \text{et} \qquad B = \frac{h(a-g)}{h+k}.$$

On a donc pour l'état stationnaire

$$U = a - \frac{h}{h+k}(a-g)x. \tag{5}$$

Pour passer de là à l'état variable, posons $u = U-z$, la fonction z aura à vérifier les égalités suivantes :

$$\frac{dz}{dt} = b^2 \frac{d^2z}{dx^2} \tag{1'}$$

$$z = 0 \qquad \text{si} \quad x = 0 \tag{2'}$$

$$k\,\frac{dz}{dx} = -hz \qquad \text{si} \quad x = 1 \tag{3'}$$

$$z = A\text{-}Bx - f(x) = \varphi(x) \qquad \text{si} \quad t = 0\ ; \tag{4'}$$

on sait que ce problème est toujours résoluble et d'une

seule manière. Pour en déterminer l'unique solution, faisons d'abord abstraction de l'équation (4'). L'expression

$$z = A_\mu e^{-b^2\mu^2 t} \sin\mu x$$

s'offre pour satisfaire (1') et (2'), quelle que soit la constante A_μ ; elle satisfera aussi (3') si le paramètre est assujetti à la condition

$$tg\mu = -\frac{k}{h}\mu. \qquad (6)$$

Or si l'on fait, pour abréger, $\psi(\mu) = tg\mu + \frac{k}{h}\mu$, on a $\psi'(\mu) = \frac{1}{\cos^2\mu} + \frac{k}{h}$ quantité positive. Ainsi $\psi(\mu)$ est croissant dans tout intervalle où il demeure continu, c'est-à-dire, m étant un entier quelconque positif ou négatif, entre $(2m-1)\frac{\pi}{2}$ et $(2m+1)\frac{\pi}{2}$. Mais dans cet intervalle, $\psi(\mu)$ passe de $-\infty$ à $+\infty$, il s'ensuit qu'il existe dans la dite région une racine et une seule ; nous la désignerons par μ_m. On remarquera que $\mu_0 = 0$ et $\mu_{-m} = -\mu_m$; cette observation permet, à cause de l'indétermination du facteur A_μ, de ne considérer que les seules racines positives $\mu_1, \mu_2, \mu_3 \ldots$ Ces racines se calculent facilement par la méthode des approximations successives; on constate sans peine que μ_m tend rapidement vers la limite $(2m-1)\frac{\pi}{2}$ à mesure que m augmente. Enfin l'équation précédente ne possède aucune racine imaginaire.

Pour démontrer ce dernier point, partons de l'identité

$$2\int_0^1 \sin \mu x \sin \nu x \, dx = \frac{\sin(\mu-\nu)}{\mu-\nu} - \frac{\sin(\mu+\nu)}{\mu+\nu}$$

$$= \cos\mu \cos\nu \left[\frac{tg\mu - tg\nu}{\mu-\nu} - \frac{tg\mu + tg\nu}{\mu+\nu}\right], \quad (7)$$

qui demeure exacte même dans les cas extrêmes $\mu = \nu$ ou $\mu = -\nu$. On conclut de la seconde forme du résultat que si μ et ν sont deux racines quelconques de l'équation $\psi(\mu) = 0$, telles cependant que l'équation $\mu^2 - \nu^2 = 0$ ne soit pas satisfaite, on a

$$\int_0^1 \sin\mu x \sin\nu x \, dx = 0. \quad (8)$$

De là résulte l'impossibilité de racines imaginaires, car l'égalité précédente est visiblement en défaut si l'on prenait pour μ et ν deux quantités imaginaires conjuguées. Le raisonnement n'est plus valable si ces racines conjuguées étaient purement imaginaires : mais l'impossibilité de leur existence se prouve alors directement. Car par la supposition $\mu = \sigma i$, l'équation (6) se transforme en

$$\frac{1}{\sigma} \frac{e^\sigma - e^{-\sigma}}{e^\sigma + e^{-\sigma}} = -\frac{k}{h}$$

égalité absurde, puisque le premier membre est positif et le second négatif.

Remarquons encore la valeur suivante, relative au cas $\mu = \nu$

$$2\int_0^1 sin^2\mu x\, dx = 1 - \frac{sin\, 2\mu}{2\mu}. \qquad (9)$$

De cette discussion on tire enfin, suivant la méthode ordinaire, la valeur générale de z, ordonnée en série

$$z = A_1 e^{-b^2\mu_1^2 t} sin\mu_1 x + A_2 e^{-b^2\mu_2^2 t} sin\mu_2 x + A_3 e^{-b^2\mu_3^2 t} sin\mu_3 x \ldots \qquad (10)$$

et il ne reste plus qu'à déterminer les coefficients de ce développement de manière à tenir compte de la condition (4′); mais les égalités (8) et (9) nous fournissent immédiatement les valeurs

$$A_n\left(1 - \frac{sin\, 2\mu_n}{2\mu_n}\right) = 2\int_0^1 \varphi(x) sin\mu_n x\, dx;$$

la solution complète du problème repose ainsi sur la détermination des racines réelles et positives de l'équation (6).

Supposons maintenant l'état initial tel que le coefficient A_1 soit différent de zéro; si l'expérience dure un temps suffisant, le premier terme du développement (10) devient prédominant et l'on pourra écrire avec une erreur relative insensible

$$z = A_1 e^{-b^2\mu^2 t} sin\mu x; \qquad (11)$$

cette valeur approchée exige seulement la connaissance de la plus petite racine positive de l'équation (6), désignée désormais par la lettre μ sans indice.

En résumé, nous aurons, en première approxima-

tion et sous les réserves indiquées plus haut, la valeur définitive de u

$$u = a - \frac{hl}{hl + k}(a-g)\frac{x}{l} - A_1 e^{-\frac{k}{\rho c}\frac{\mu^2 t}{l^2}} \sin \mu \frac{x}{l} \cdot \quad (12)$$

Pour l'obtenir, nous avons porté les valeurs (5) et (11) dans la formule $u = U - z$, en reprenant l'unité de longueur arbitraire; l'équation (6) subit aussi de ce chef un changement et s'écrit maintenant

$$tg\mu = -\frac{k}{hl}\mu. \quad (13)$$

Employons cette équation (12) pour déterminer les températures de fusion θ' et θ'' des deux index en fonction des époques t' et t'' où la fusion se produit. Il faut supposer $x = l$, et si l'on fait encore pour abréger,

$$\alpha = a - \frac{hl}{hl + k}(a-g), \quad (14)$$

α représente la température de la face supérieure dans l'état stationnaire, et l'on a

$$\alpha - \theta' = A_1 e^{-\frac{k}{\rho c}\frac{\mu^2 t'}{l^2}}$$

$$\alpha - \theta'' = A_1 e^{-\frac{k}{\rho c}\frac{\mu^2 t''}{l^2}}.$$

En divisant ces formules l'une par l'autre, et désignant par $\delta = t'' - t'$ le retard de la fusion du second index sur le premier, on obtient

$$\frac{\alpha - \theta'}{\alpha - \theta''} = e^{\frac{\mu^2}{\rho c l^2} k\delta}. \quad (15)$$

Si l'on retourne le cristal, θ' et θ'' ne changent pas,

non plus que ρ et c, ni l à cause de la forme carrée de la section ; au contraire α, k, h, μ, δ dépendent de la direction de l'axe et deviennent α', k', h', μ', δ' respectivement, et en même temps l'équation (15) se change en une autre toute semblable

$$\frac{\alpha' - \theta'}{\alpha' - \theta''} = e^{\frac{\mu'^2}{\rho c l^2} k'\delta'}. \tag{16}$$

Or si le rapport $\frac{hl}{k}$ est très petit ainsi que le rapport analogue $\frac{h'l}{k'}$, autrement dit si le cristal possède dans chacune de ses deux positions une conductibilité extérieure h très petite par rapport à la conduction intérieure $\frac{k}{l}$, α et α' différeront très peu de u en vertu de l'équation (14); dans cette hypothèse les premiers membres de (15) et (16) seront presque égaux, et comme d'autre part le nombre μ varie lentement avec k, on aura à peu près $\mu = \mu'$ et par conséquent

$$k\delta = k'\delta'.$$

La concordance signalée au début se trouve alors expliquée pourvu que le rapport $\frac{h}{kl}$ soit très petit dans les deux positions du cristal.

On peut préciser quelque peu ces indications générales en les adaptant aux expériences de M. Perrot. Ici $a - g$ est dans toutes les mesures compris entre 30° et 40° ; des essais de mesure pour l'état stationnaire exécutés par M. Perrot au moyen d'aiguilles thermoélectriques ont donné pour le maximum de la différence $a - \alpha$ la valeur 2°,6. Ainsi à cause de l'équation (14) le rapport $\frac{hl}{hl + k}$ se trouve compris entre les limites

$\frac{2.6}{30}$ et $\frac{2}{40}$, les valeurs correspondantes du nombre $G = \frac{k}{hl}$ sont 10,5 et 19.

Le tableau suivant qui donne les valeurs de μ en fonction de G

G	μ
2	1.83660
5	1.68868
10	1.63199
15	1.61213
20	1.60200
25	1.59585
30	1.59173

fait voir que, dans les limites indiquées pour G, on a à moins de 2 °/₀ près $\mu = \mu'$ et par suite $\mu^2 = \mu'^2$ à moins de 4 °/₀ près.

Comme d'autre part on a $log \frac{\alpha - \theta'}{\alpha - \theta''} = log \frac{\alpha' - \theta'}{\alpha' - \theta''}$ avec une erreur qui peut atteindre 2 °/₀, on voit que l'erreur commise en posant

$$k\delta = k'\delta'$$

au lieu de

$$\frac{k\delta}{k'\delta'} = \frac{\mu'^2}{\mu^2}\left[log \frac{\alpha - \theta'}{\alpha - \theta''} : log \frac{\alpha' - \theta'}{\alpha' - \theta''}\right]$$

doit être inférieure à 6 °/₀.

Ces évaluations numériques sont naturellement subordonnées aux hypothèses assez grossières sur lesquelles est basée la théorie. Si insuffisante que soit celle-ci, elle explique dans une certaine mesure la remarquable concordance obtenue par M. Perrot, laquelle est due en grande partie à la faible valeur du quotient $\frac{hl}{k}$ pour l'échantillon de bismuth observé.

RECHERCHES SUR LA PROVENANCE

DES

SÉDIMENTS DE LA MOLASSE

ET EN PARTICULIER

DU CALCAIRE GROSSIER DU RANDEN

PAR

le Dr L. ROLLIER

Il est possible que la pétrographie et le microscope puissent révéler en quelques points de la Molasse la présence de roches ou de minéraux caractéristiques d'une contrée et d'une provenance déterminées. Ce n'est pas de cette recherche, qui est encore à faire, que je voudrais m'occuper ici, mais de l'arrangement stratigraphique et de la provenance de la grande masse des sédiments (sables et galets) de notre Molasse et de ses bancs de poudingues. Il est clair en théorie que sables et cailloux peuvent résulter d'un mélange de matériaux de provenances très diverses. Mais chaque fleuve, chaque rivière porte à la mer un sable d'une composition propre, une certaine somme de toutes les roches arrachées sur son parcours. Il en résulte dans chaque delta, et même dans toute région littorale déterminée, des dépôts d'une certaine apparence, d'une

composition sommaire à peu près constante, qui nous renseignent sur l'état des rivages et des montagnes érodées ou arasées durant la période correspondante. C'est sur cet ensemble qu'il importe avant tout de faire des observations géologiques régionales, pour en tirer ensuite des conclusions générales. Prenons par exemple l'érosion des Vosges et de la Forêt-Noire, en examinant les sédiments que ces montagnes ont fournis à la vallée du Rhin et au Randen. Les premiers sédiments détritiques de la Molasse de la vallée du Rhin sont des gompholithes, ou poudingues calcaires, formés pendant la période oligocène aux dépens de la couverture de Malm et de Dogger de ces montagnes. Ce n'est que vers le sommet de ces poudingues du Bastberg, d'Oberehnheim (Obernai), etc., qu'on rencontre aussi quelques galets du grès vosgien. Par contre, les sédiments miocènes (sables à Dinotherium) de la vallée du Rhin et du val de Delémont sont essentiellement composés de roches profondes des Vosges (grès bigarré — gneiss). La succession des sédiments tertiaires arrachés aux Vosges montre donc les progrès réguliers de l'érosion et de l'ablation dans ces montagnes. Il en est de même, mais à un moindre degré d'intensité, de l'érosion de la Forêt-Noire, surtout sur son versant S-E. La rive badoise du Rhin, surtout aux environs de Kandern, montre aussi d'abord une gompholithe composée essentiellement de roches oolithiques (Dogger). On sait positivement que cette gompholithe est oligocène, parce qu'elle est couronnée par les calcaires à *Helix Ramondi* du Tüllingerberg, etc. Elle ne se retrouve pas dans le Jura bâlois, où les sédiments oligocènes sont exclusivement molassiques d'origine alpine; par contre, je la

connais en quelques points du pied oriental de la Forêt-Noire, par exemple à Hoppetenzell près de Stockach, où elle est formée de cailloux de Malm et recouverte aussi par des calcaires lacustres oligocènes. Puis vient le Randengrobkalk sur une surface d'érosion dans l'Oligocène des environs de Bâle et de Schaffhouse. Ce conglomérat contient tout à coup de nombreux galets siliceux, parmi d'autres galets arrachés au Jurassique et au Sidérolithique (silex, jaspes avec fossiles du Malm et grains de limonite) de la Forêt-Noire.

MM. Gutzwiller et Schalch (*Centralblatt für Mineralogie*, 1904, p. 135 et suiv.) croient reconnaître dans ces galets siliceux, décrits déjà par Fr. Jos. Würtenberger (*Zeitschrift der D. geol. Gesell.*, 1870, p. 471 et suiv.), des éléments provenant de la Forêt-Noire, et contestent leur origine alpine (vindélicique). Ils avouent même n'avoir pas trouvé un seul galet de granite ou de phorphyre dans le calcaire grossier du Randen. Il est vrai que ces galets avellanaires ou nuciformes sont quelquefois assez clairsemés dans les bancs compacts exploités. Mais les granites et les porphyres vindéliciques existent certainement dans ces dépôts, et pour s'en convaincre, MM. Gutzwiller et Schalch n'auraient eu qu'à chercher aux environs de Bâle, dans les carrières de la Tennikerfluh et de Wittinsburg, où j'ai recueilli des échantillons remplis de galets de phorphyre rouge, de porphyre quartzifère, de granite rose, de nombreux petits galets de quartz laiteux, de quartzites bruns, verdâtres, de lydite, de jaspes rouges avec des silex jurassiens, des grains de limonite sidérolithique, etc. Il y a sans doute quelques roches assez semblables en place dans la Forêt-Noire et des galets très analogues dans le grès

vosgien, mais toutes ces roches existent aussi et même avec de rares galets jurassiques (oolithe jaunâtre du Dogger du Jura septentrional[1], silex jaunes du Bohnerz) dans les sables de Benken (canton de Zurich), où personne n'a jamais vu autre chose que des matériaux vindéliciques ou des poudingues subalpins. Ces relations entre le Randengrobkalk et les gros sables (Graupensande) de Benken sont confirmées par les affleurements analogues du Kohlfirst (Paradies), de Flaach, d'Ehrendingen, du Kalofen près de Brougg, etc. Puis il y a dans le calcaire grossier du Randen des galets exclusivement alpins ou vindéliciques, tandis que, abstraction faite des éléments ubiquistes (quartzites blancs, etc.), les galets du grès bigarré et du grès vosgien du Nord y font absolument défaut. La seule conclusion possible est donc la provenance alpine de tous ces galets siliceux, en exceptant les silex du Sidérolithique, mais non les quartzites, comme le voudraient MM. Gutzwiller et Schalch. Car si les porphyres et autres galets silicatés du calcaire grossier du Randen provenaient de la Forêt-Noire, comment se ferait-il que ces galets fussent la règle à ce niveau, tandis qu'ils seraient très rares dans les poudingues calcaires sus-jacents, c'est-à-dire dans la Gompholithe d'Argovie (Juranagelfluh)? Comment le versant S. de la

[1] Ces galets jaunes (gelbe Kalke), avec des galets siliceux du Terrain à chailles du Jura bernois, devraient provenir, selon F.-J. Würtenberger, de la Suisse occidentale (Westschweiz), opinion reproduite par mes honorables contradicteurs (p. 139); mais dans mes recherches, aucune roche typique du Jura occidental et central ne s'est retrouvée au pied de la Forêt-Noire, mais bien les roches à orbicules siliceux du Séquanien inférieur de Bâle-Campagne, et les calcaires oolithiques du Dogger du Frickthal, de Zurzach, etc., qui devaient à l'origine s'étendre assez loin sur le flanc méridional de la Forêt-Noire.

Forêt-Noire aurait-il livré si peu de roches calcaires (Malm) aux temps oligocènes, puis tout à coup des roches profondes en majorité, et enfin la grande masse des galets calcaires de la Gompholithe d'Argovie et du Randen? Au contraire, la succession des dépôts s'explique naturellement en admettant, au début de la transgression miocène, un charriage momentané et prédominant de matériaux vindéliciques ou alpins jusque sur le Randen et dans les environs de Bâle.

Afin de justifier ces relations stratigraphiques et ces provenances indiquées dans mes publications antérieures sur ce sujet, j'ai traité à l'acide chlorhydrique étendu des échantillons de grès coquillier helvétien (Muschelsandstein) et d'autres échantillons de calcaire grossier du Randen. Le résultat est le suivant : Le résidu insoluble du Muschelsandstein est toujours un sable de quartz hyalin fin, sans galets (grains de 2 à 3 mm. de diamètre très clairsemés), avec beaucoup de grains de glauconie. Le quartz provient visiblement de la pulvérisation de roches granitiques (Bolligen !). Le résidu insoluble du Randengrobkalk est un sable très grossier, sans glauconie, rempli de gros grains et de petits galets de quartz et de roches silicatées, *le tout absolument identique aux gros sables de Benken* (*Graupensande*), *d'Ursendorf près Mengen*, *etc.*

La quantité de matériaux insolubles ou l'apport en sables siliceux dans le sédiment zoogène (calcaire) varie énormément selon les bancs et les régions; mais dans le même groupe stratigraphique, il y a une *moyenne de composition*[1] d'une remarquable constance.

[1] Qualitative ou pétrographique.

Voici pour mémoire le pourcentage des matériaux examinés :

Muschelsandstein ou Helvétien	Schloss Lenzburg	Würenlos	Mägenwil
Résidu insoluble en poids	22-26 %	17-33 %	17 %

Randengrobkalk	Tennikerfluh	Kalofen	Wittinsburg	Baltringen
Résidu siliceux en poids	5 %	20 %	62 %	51 %

Comme galets caractéristiques de provenance vindilicique ou alpine, je puis noter les roches suivantes :

Lydite (jaspe noir), traversé par des veines de quartz blanc, Wittinsburg, Jaspes rouges à Radiolaires, Baltringen, Tennikerfluh (très petits galets), Quartzites verts (Oelquartzite), Tennikerfluh, Kalofen, etc.

Zurich, le 31 juillet 1904.

Postscriptum. Dans mon travail : « Le Calcaire grossier du Randen et l'Helvétien dans le Nord de la Suisse » (*Archives*, 4e période, t. XIV, décembre 1902, p. 642 à 649), il s'est glissé quelques erreurs qu'il importe de rectifier. Ce sont :

P. 642, ligne 8, au lieu de : *ce sont,* lire : *c'est-à-dire.*

Légende, n° 1, au lieu de : *Molasse avec poches*, lire : *Malm avec poches sidérolithiques.*

Planche III, le chiffre 6, placé trop bas dans les profils, se rapporte au calcaire grossier du Randen et aux marnes rouges sus-jacentes.

LA CROISSANCE EN POIDS

DES

ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX

PAR

M[lle] Micheline STEFANOWSKA

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 7 juillet 1904.

Dans l'étude de la croissance chez les êtres vivants, l'augmentation du poids nous renseigne mieux sur le progrès de la croissance que l'augmentation de la taille. On sait en effet que l'accroissement de la taille peut coïncider avec le poids stationnaire et même, dans certains cas, avec la diminution du poids. Or, au point de vue de l'*énergétisme physiologique*, l'accroissement de la masse organisée *en fonction du temps* présente un intérêt de premier ordre.

La croissance en poids a été assez bien étudiée chez l'enfant par les différents auteurs ; il n'en est pas de même chez les animaux, où les observations de ce genre sont éparses ou bien manquent totalement.

Il nous a paru intéressant d'étudier la croissance en poids de quelques animaux, afin de rechercher si la marche générale de ce phénomène est régie par une loi quelconque. Dans ce but, nous avons commencé au printemps de 1902 l'élevage de poulets, de souris blanches et de cobayes. Les résultats obtenus vont être publiés sous peu en détail. Mais dès à présent il nous paraît certain que chez l'animal, l'accroissement du

poids en fonction du temps suit une loi constante. Ainsi, la croissance en poids chez la souris blanche peut être représentée par deux courbes qui sont des hyperboles et qui se coupent respectivement en un point anguleux[1]. 1° L'hyperbole AB, qui correspond à la grande période d'accroissement chez le jeune animal, a sa concavité tournée vers les y croissants. 2° L'hyperbole BC, représentant la croissance ralentie vers l'époque de la maturité, a sa concavité tournée vers les y décroissants (abscisses x en jours ; ordonnées y en grammes). Selon toute probabilité, la croissance sera exprimée par des courbes pareilles chez le cobaye et le poulet.

Chose curieuse, la marche générale de l'accroissement en poids chez les végétaux paraît être soumise à la même loi que chez les animaux. Ayant étudié en 1903 la croissance en poids du maïs cultivé dans une solution nutritive, nous avons obtenu pour chaque individu une courbe régulière qui est une hyperbole[2].

Parallèlement à la culture du maïs dans l'eau, nous avons étudié l'accroissement du poids chez quelques plantes cultivées en terre et en plein air (radis, salade laitue, cerfeuil, pourpier, avoine). Pour les pesées, on choisissait chaque fois vingt individus nouveaux de la même espèce et du même âge, mais de tailles différentes. La somme de leur poids était divisée ensuite par le nombre des individus. Les chiffres recueillis de cette façon tous les deux ou trois jours permettent de construire des courbes qui ressemblent beaucoup à la courbe du maïs cultivé dans l'eau et pesé individuellement pendant trois mois.

[1] Voir ma note, *Comptes rendus*, 4 mai 1903.

[2] Voir ma note, *Comptes rendus*, 1er février 1904.

Cette première étude sur les végétaux n'a pas été poursuivie jusqu'à leur maturité. En 1904, nous l'avons reprise dans le but non seulement de vérifier les résultats de l'année précédente, mais aussi pour creuser le problème plus profondément. Il nous a paru intéressant de faire des essais pour établir l'accroissement du poids des substances organiques hydro-carbonées et azotées, ainsi que des matières minérales.

Grâce à l'aimable intervention de M. le prof. R. Chodat, nous avons pu entreprendre cette étude à l'École cantonale d'horticulture de Genève (Châtelaine), dont le directeur, M. Platel, nous a offert une hospitalité bienveillante. M. A. Monnier, professeur chimiste à cette école, a bien voulu accepter la collaboration pour étudier l'accroissement des principales substances chimiques dans la plante. Comme sujets, nous avons choisi l'avoine et le sarrasin, cultivés en terre et en plein air. Le procédé des pesées était le même que l année précédente sur des plantes cultivées en terre.

Cette étude n'est pas encore achevée; néanmoins, les résultats obtenus jusqu'ici sont concordants; les premières courbes que nous avons eu l'honneur de présenter à la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* (séance du 7 juillet 1904) démontrent clairement que l'accroissement de la substance fraîche, de la substance sèche et des matières minérales suit une même loi : ces courbes ont beaucoup d'analogie entre elles et sont des hyperboles.

On peut donc conclure que malgré les causes d'erreurs multiples inhérentes à ces procédés d'études, l'accroissement de la masse organisée en fonction du temps suit une loi mathématique rigoureuse.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1903

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER

Professeur et directeur de l'Observatoire de Genève.

(Suite et fin[1]*.)*

IV. Humidité de l'air

La valeur de la *fraction de saturation* est, depuis 1901, appréciée en *pour cent*, et non plus en *millièmes*. Je n'ai conservé l'indication des dixièmes de pour cent que pour la valeur moyenne annuelle de Genève, afin de permettre la comparaison exacte avec le passé.

A *Genève*, la valeur de la fraction de saturation est, pour les six observations faites de jour, déduite des indications des deux thermomètres du psychromètre ; pour les deux observations de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, ses valeurs sont relevées sur les diagrammes de l'hygromètre enregistreur Richard.

Le *tableau XIX* fournit, pour les huit observations trihoraires, les valeurs moyennes de la fraction de sa-

[1] Voir *Archives,* octobre 1904, p. 378.

XIX. Fraction de saturation en pour cent. — GENÈVE, 1903.

Période	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu		Fréquence relat. de la saturation
Déc. 1902. .	88	90	89	85	79	81	86	86	85	40	100	16 fois	0.065
Janvier 1903	90	91	91	85	72	75	84	89	85	45	100	5 »	0.020
Février. .	86	88	88	76	65	66	74	83	78	27	100	25 »	0.112
Mars	80	84	85	66	53	54	64	70	69	24	97		0.000
Avril	73	77	76	61	52	49	62	70	65	25	98		0.000
Mai	81	88	79	63	50	51	64	74	69	25	100	2 »	0.008
Juin	81	84	76	66	59	59	67	78	71	33	100	1 »	0.004
Juillet . . .	82	86	77	63	53	54	64	76	69	29	99		0.000
Août	82	88	83	67	54	51	67	76	71	32	98		0.000
Septembre .	87	89	86	71	63	64	76	84	77	37	100	2 »	0.008
Octobre . .	91	93	93	80	71	76	83	91	85	48	100	29 »	0.117
Novembre .	86	87	90	85	79	81	85	87	85	54	100	17 »	0.071
Décembre .	93	94	94	93	87	88	89	91	91	47	100	16 »	0.065
Hiver. . . .	88	90	90	82	72	74	82	86	83	27	100	46 fois	0.064
Printemps .	78	83	80	63	52	51	63	71	68	24	100	2 »	0.003
Été	82	86	79	65	55	56	66	77	70	29	100	1 »	0.001
Automne . .	88	90	90	79	71	74	81	87	82	37	100	48 »	0.065
Ann. météor.	84	87	85	72	62	63	73	80	75.9	24	100	97 fois	0.033
Année civile .	85	87	85	73	63	64	73	81	76.4	24	100	97 »	0.033

turation, pour les treize mois, les saisons et l'année : puis la valeur de la *fraction de saturation moyenne* pour les mêmes périodes; enfin les minima et les maxima absolus. Lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué. Afin de rendre l'évaluation des *cas de saturation* comparable avec celle de l'ancien système des observations bihoraires, usité jusqu'en 1883, on a aussi calculé, comme précédemment, la *fréquence relative de la saturation*.

Le *tableau XX* donne les *écarts* de la fraction de saturation et de la fréquence de la saturation avec les valeurs normales des « Nouvelles études sur le climat de Genève », de E. Plantamour.

L'année 1903, comme les deux précédentes, présente, à Genève, une humidité un peu inférieure à la moyenne de 1849 à 1875. Le nombre des écarts négatifs, pour les treize mois, est un peu supérieur à celui des écarts positifs.

Il n'y a pas eu de minimnm très accusé. Quant au maximum, la saturation complète, il continue à se présenter moins fréquemment que par le passé, quoique plus souvent qu'en 1902.

Au *Grand Saint-Bernard*, les observations se font à l'hygromètre à cheveu d'Usteri-Reinacher, installé en octobre 1900. Les extrêmes sont parfois relevés sur l'hygromètre enregistreur de Richard, qui fonctionne régulièrement et confirme en général très bien les observations directes.

Le *tableau XXI* fournit pour le Grand Saint-Bernard les données semblables à celles que le tableau XIX donne pour Genève, mais il n'y a que trois observations diurnes au lieu de huit.

XX. Écarts de l'humidité. GENÈVE, 1903.

Période	Fraction de saturation		Fréquence relative de la saturarion	
	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1903	Moyennes (1849-1875)	Écarts pour 1903
Décembre 1902....	86	– 1	0.147	– 0.082
Janvier 1903......	86	– 1	0.145	– 0.125
Février	82	– 4	0.096	+ 0.016
Mars.............	75	– 6	0.039	– 0.039
Avril.............	70	– 5	0.016	– 0.016
Mai..............	70	– 1	0.016	– 0.008
Juin	70	+ 1	0.010	– 0.006
Juillet...........	68	+ 1	0.006	– 0.006
Août.............	71	0	0.009	– 0.009
Septembre........	77	0	0.025	– 0.017
Octobre	83	+ 2	0.083	+ 0.034
Novembre	83	+ 2	0.067	+ 0.004
Décembre	86	+ 5	0.147	– 0.082
Hiver............	85	– 2	0.130	– 0.066
Printemps........	72	– 4	0.024	– 0.021
Eté..............	69	+ 1	0.008	– 0.007
Automne.........	81	+ 1	0.058	+ 0.007
Année météorol ...	76.8	– 0.9	0.055	– 0.022
Année civile	76.8	– 0.4	0.055	– 0.022

La valeur moyenne de la fraction de saturation est plus faible qu'à Genève pour l'année. Elle est plus forte au printemps et en été, plus faible en automne et surtout en hiver. Les mois où elle est plus forte qu'à Genève sont ceux d'avril à septembre, soit ceux du printemps et de l'été, comme les chiffres moyens des saisons l'indiquaient déjà.

XXI. Fraction de saturation en pour cent. — Grand Saint-Bernard, 1903.

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu	Fréquence relat. de la saturation
Décembre 1902.	73	72	72	72	3	100 9 fois	0.097
Janvier 1903 . .	60	60	63	61	0	100 16 »	0.172
Février.	59	56	61	59	1	100 19 »	0.226
Mars.	78	65	81	74	6	100 22 »	0.237
Avril.	80	73	85	79	2	100 22 »	0.244
Mai.	83	59	90	77	18	100 26 »	0.280
Juin	83	67	93	81	22	100 36 »	0.400
Juillet.	81	66	87	78	17	100 25 »	0.269
Août.	72	62	82	72	4	100 16 »	0.172
Septembre	86	71	87	81	10	100 35 »	0.389
Octobre	70	71	77	73	2	100 14 »	0.151
Novembre	68	65	74	69	12	100 6 »	0.067
Décembre.	75	71	74	73	14	93	0.000
Hiver	63	63	65	64	0	100 44 fois	0.163
Printemps	80	66	85	77	2	100 70 »	0.253
Eté	78	65	87	77	4	100 77 »	0.279
Automne	75	69	79	74	2	100 55 »	0.201
Année météor.	75	66	79	73	0	100 246 fois	0.225
Année civile . .	75	66	79	73	0	100 237 »	0.216

Quelques cas de *très grande sécheresse de l'air* ont été de nouveau constatés cette année. Voici le tableau des chiffres inférieurs à 10 % observés directement :

4	%	le 28	décembre	1902	à 7	h. du	matin.
5	»		»		9	»	soir.
0	»	16	janvier	1903	1	»	»
7	»	10	février		1	»	»
6	»		»		9	»	»
5	»	11	»		7	»	matin.
2	»		»		1	»	soir.
6	»		»		9	»	»
5	»	12	»		7	»	matin.
7	»	20	»		7	»	»
7	»	18	mars		7	»	»
3	»	15	avril		7	»	»
4	»	11	août		7	»	»
7	»	7	octobre		7	»	»
5	»		»		1	»	soir.
7	»	11	»		1	»	»
4	»	14	»		7	»	matin.
3	»	20	»		7	»	»

Ces cas de grande sécheresse de l'air se présentent plus souvent durant les mois froids et correspondent à une température relativement élevée, donc à un mouvement descendant des masses atmosphériques. De nouveau cette année on a noté *zéro* une fois à l'hygromètre ; comme je l'ai déjà dit antérieurement, cette indication n'a qu'une valeur relative et accuse seulement une sécheresse très marquée.

Le nombre des cas de saturation a été très élevé en 1903 au Grand Saint-Bernard, plus que les années précédentes et beaucoup plus qu'à Genève.

V. Vents.

Genève. — L'observation des vents se fait de deux manières différentes : 1° six fois par jour, à l'ancienne girouette, en estimant la force du vent par les sept chiffres de 0 à 6 de la demi-échelle de Beaufort ; 2° au

moyen de l'anémographe Richard, enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent.

Le *tableau XXII* donne les résultats généraux du premier système d'observation. Il fournit, pour les différents mois et pour l'année, le nombre des calmes et le nombre de fois où le vent a été observé, avec la force 1 ou avec une force supérieure, dans chacune des seize directions de la rose des vents, le chiffre indiqué tenant compte du facteur (1 à 6) représentant la force du vent.

Le *tableau XXIII*, établi comme il l'a été depuis de nombreuses années, donne d'abord les nombres de cas de vent du nord-nord-est et du sud-sud-ouest et leurs rapports; puis les résultats que l'on peut tirer du tableau précédent au point de vue, assez problématique,

XXII. Vents observés. — GENÈVE. 1903.

	Décemb. 1902.	Janvier 1903.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Année météor.	Année civile.
Calme ..	74	89	66	70	38	46	41	45	45	66	76	70	78	726	730
N	9	20	27	34	53	72	41	31	36	48	21	13	7	405	403
NNE ...	40	38	38	39	63	19	73	41	8	42	14	60	48	475	483
NE.....	9	6	2	2	6	1	3	7	2	3	4	3	9	48	48
ENE....	8	1	1	4	1	0	0	2	0	2	0	1	8	20	20
E.......	7	10	2	3	0	1	2	2	1	0	1	2	19	31	43
ESE....	1	2	1	2	0	1	1	0	0	0	1	1	9	10	18
SE	4	7	1	1	2	1	3	0	0	0	0	1	3	20	19
SSE ,...	2	1	1	2	2	0	1	3	1	6	0	0	1	19	18
S.......	5	4	13	13	0	0	1	2	12	4	5	7	6	66	67
SSW ...	28	17	30	27	50	46	33	58	84	32	56	36	9	497	478
SW	8	11	8	6	11	8	5	7	17	9	12	14	1	116	109
WSW ..	5	2	2	4	6	3	11	9	7	4	11	2	0	66	61
W......	2	3	0	1	0	1	1	1	1	0	2	0	2	12	12
WNW ..	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	2	5	7
NW	2	1	0	0	0	1	0	4	2	2	1	1	0	14	12
NNW...	4	0	0	2	6	5	5	8	1	1	0	0	3	32	31

XXIII. Vents. — GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	VENTS			RÉSULTANTE		Calme
	NNE.	SSW.	Rapport	Direction	Intens. s. 100	s. 100
Décembre 1902.	58	41	1.41	N 49.2° E	12.1	39.8
Janvier 1903...	64	32	2.00	N 33.7 E	16.5	47.8
Février........	67	51	1.31	N 9.4 E	8.8	39.3
Mars..........	75	46	1.64	N 10.8 E	15.4	37.6
Avril	122	61	2.00	N 3.0 W	33.4	21.1
Mai...........	92	54	1.70	N 22.8 W	26.4	24.7
Juin	117	39	3.00	N 11.1 E	41.4	22 8
Juillet	79	67	1.18	N 43.7 W	13.7	24.2
Août..........	46	113	0 41	S 40.1 W	40.6	24.2
Septembre.....	93	45	2.07	N 2.2 W	25.2	36.7
Octobre	39	73	0.53	S 40.6 W	22.0	41.9
Novembre	76	57	1.33	N 9.9 E	11.1	38.9
Décembre	64	16	4.00	N 50.6 E	36.3	41.9
Année météor..	928	679	1.37	N 16.4 W	12.3	33.2
Année civile ..	934	654	1.43	N 7.6 W	13.1	33.3

de la résultante finale des vents à Genève ; enfin la proportion des calmes.

Le *tableau XXIV* contient en premier lieu le relevé des jours de forte bise (NNE) et de fort vent du midi (SSW). Le nombre des jours de forte bise est absolument égal à la moyenne pour l'année météorologique et un peu supérieur pour l'année civile. Quant au nombre de jours de fort vent du midi, il est très supérieur à la moyenne, qui n'est que de 44 jours.

Le même tableau donne ensuite les résultats du deuxième système d'observation du vent, au moyen de l'anémographe Richard. Il indique, pour les différents mois de l'année, la *vitesse moyenne du vent* exprimée en *kilomètres par heure*, sans distinguer dans quelle direction soufflait le vent. On y constate que le mois le plus calme a été celui de janvier pour l'année météoro-

XXIV. GENÈVE, 1903.

Période	Nombre de jours de forte bise	Nombre de jours de fort vent du midi	Vitesse moyenne du vent km. par heure
Décembre 1902..	4	3	6.62
Janvier 1903	2	1	5.64
Février.........	3	3	6.83
Mars...........	1	6	6.99
Avril	9	6	10.78
Mai............	2	3	6.65
Juin............	8	4	8.32
Juillet...... ...	3	5	7.71
Août...........	1	12	6.30
Septembre......	3	4	6.25
Octobre	2	8	6.47
Novembre......	4	4	7.54
Décembre.......	6	1	5.55
Hiver	9	7	
Printemps......	12	15	
Eté............	12	21	
Automne.......	9	16	
Année météorol.	42	59	
Année civile	44	57	

logique et celui de décembre 1903 pour l'année civile. Le mois le plus venteux a été celui d'avril.

Si l'on recherche encore, dans le même ordre d'idées, les jours pour lesquels la vitesse du vent a dépassé, en moyenne, *25 kilomètres à l'heure*, on en trouve 10 dans l'année. A une exception près, ce sont tous des jours de bise. En voici le tableau, avec l'indication de la vitesse et de la direction du vent :

1903	Km. p. h.	Direction
13 janvier	33.3	NNE
14 »	25.1	»
3 février	30.3	»
10 avril	35.5	»
11 »	31.2	»
17 avril	25.1	NNE
4 juin	39.6	»
10 juillet	26.7	»
19 novemb.	27.1	»
28 »	25.1	SSW

Grand Saint-Bernard. — La direction du vent est observée à la girouette placée sur le nouveau bâtiment; les observations se font trois fois par jour, en estimant la vitesse du vent, autant que faire se peut, suivant la demi-échelle de Beaufort.

Vu la situation de l'hospice, on n'y observe que deux vents, ceux qui correspondent aux grands courants du NE et du SW. Le calme ne s'observe que rarement. Le *tableau XXV* fournit les résultats moyens de ces observations en ce qui concerne les deux courants, leur rapport, la résultante des vents et les calmes, suivant un procédé analogue à celui du tableau XXIII pour Genève.

XXV. Vents. — SAINT-BERNARD 1903.

Période	Vents NE.	Vents SW.	Vents Rapport.	Résultante Direction.	Résultante Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1902..	117	82	1.43	N 45° E	37.6	0.0
Janv. 1903.	66	91	0.73	S 45 W	26.9	6.5
Février....	80	52	1.54	N 45 E	33.3	8.3
Mars	81	82	0.99	S 45 W	1.1	2.2
Avril	186	55	3.38	N 45 E	145.1	0.0
Mai	53	101	0.52	S 45 W	51.6	0.0
Juin	79	92	0.86	S 45 W	14.4	0.0
Juillet	95	77	1.23	N 45 E	19.4	0.0
Août......	59	69	0.86	S 45 W	30.3	0.0
Septembre.	48	95	0.52	S 45 W	52.2	0.0
Octobre...	73	77	0.95	S 45 W	4.3	0.0
Novembre.	78	40	1.95	N 45 E	42.2	0.0
Décembre.	32	104	0.31	S 45 W	77.4	0.0
Année mét.	1015	913	1.11	N 45 E	9.3	1.4
Année civ.	930	935	0.99	S 45 W	0.5	1.4

VI. Pluie et neige.

Le *tableau XXVI* fournit : pour *Genève*, les données relatives à l'eau tombée, et pour le *Grand Saint-Ber-*

nard, les données relatives à la fois à la quantité d'eau recueillie et à la neige. Le petit tableau suivant donne les hauteurs de *neige*, très faibles cette année, mesurées en 1903 à l'*observatoire de Genève*.

Neige à Genève en 1903.

cm.		
0.5	en décembre 1902, en	1 jour
0.5	» janvier 1903 »	1 »
. . .	. . . .	. . .
3.0	» novembre » »	1 »
3.0	» décembre » »	4 »
4.0	dans l'année météorologique en	3 jours
6.5	» » civile »	6 »

Le *tableau XXVII* indique les écarts entre les moyennes de Plantamour et les totaux de 1903 pour le

XXVI. Pluie et neige. 1903.

PÉRIODE	GENÈVE. Nombre de jours.	GENÈVE. Eau tombée. mm	GENÈVE. Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	SAINT-BERNARD. Eau tombée. mm	SAINT-BERNARD. Hauteur de la neige. cm
Décembre 1902.	13	37.0	39	6	87.4	107
Janvier 1903 ...	9	42.2	59	8	103.2	111
Février........	5	32.1	19	5	45.2	44
Mars..........	14	44.2	54	10	131.8	119
Avril..........	15	66.8	44	11	89.0	63
Mai...........	19	81.6	62	15	208.9	134
Juin	11	75.3	56	13	168.9	10
Juillet	13	102.4	56	8	107.5	0
Août..........	12	135.9	58	8	118.4	3
Septembre	4	20.0	21	7	88.9	33
Octobre........	19	160.6	117	15	291.1	124
Novembre	13	59.1	46	9	127.1	133
Décembre	12	82.4	73	9	93.8	92
Hiver	27	111.3	117	19	235.8	262
Printemps.....	48	192.6	160	36	429.7	316
Eté	36	313.6	170	29	394.8	13
Automne	36	239.7	184	31	507.1	290
Année météorol.	147	857.2	631	115	1567.4	881
Année civile ...	146	902.6	665	118	1573.8	866

XXVII. ÉCARTS AVEC LES MOYENNES DE PRÉCIPITATIONS. 1903.

PÉRIODE	GENÈVE Jours de pluie.	GENÈVE Eau tombée. mm	GRAND St-BERNARD Jours de pluie.	GRAND St-BERNARD Eau tombée. mm
Décembre 1902.	+ 4	- 14.0	- 2	+ 14.3
Janvier 1903...	- 1	- 6.5	- 3	- 25.9
Février........	- 3	- 4.4	- 4	- 48.4
Mars..........	+ 4	- 3.1	- 1	+ 34.9
Avril..........	+ 4	+ 10.0	0	- 31.0
Mai...........	+ 7	+ 2.4	+ 4	+ 88.8
Juin	0	- 0.6	+ 3	+ 67.5
Juillet.........	+ 4	+ 31.6	- 1	+ 32.4
Août..........	+ 2	+ 55.5	- 1	+ 32.6
Septembre.....	- 6	- 74.2	- 2	- 27.1
Octobre.......	+ 7	+ 59.6	+ 5	+ 148.8
Novembre.....	+ 2	- 14.9	- 1	+ 28.5
Décembre......	+ 3	+ 31.4	+ 1	+ 20.7
Hiver.........	0	- 25.0	- 9	- 60.0
Printemps.....	+ 15	+ 9.4	+ 3	+ 92.7
Eté...........	+ 6	+ 86.4	+ 1	+ 132.5
Automne......	+ 3	- 29.6	+ 2	+ 150.2
Année météorol.	+ 24	+ 41.3	- 3	+ 315.4
Année civile...	+ 23	+ 86.7	0	+ 321.8

nombre de jours de pluie et pour la hauteur d'eau recueillie, aux deux stations, dans les divers mois, les saisons et l'année.

A *Genève*, l'année 1903 n'est qu' un peu plus humide que la normale et par suite sensiblement moins pluvieuse que l'année 1902, qui était *très* humide. Le printemps est à peu près normal, l'été trop pluvieux, tandis que, pour l'hiver et l'automne, il y a un léger déficit de pluie. En revanche, sauf pour l'hiver, il y a, en toutes saisons, un excédent de jours de pluie.

Le mois le plus sec, absolument et relativement, est le mois de septembre, et le mois le plus humide, absolument et relativement aussi, est le mois d'octobre.

Comme cela se présente parfois, le contraste se produit ainsi entre deux mois consécutifs. C'est également pour ces deux mois que se présentent le minimum et le maximum du nombre de jours de pluie, le mois de mai fournissant, du reste, des chiffres égaux à ceux d'octobre.

Au *Grand Saint-Bernard*, l'année a été beaucoup plus humide que la normale et plus humide que la précédente. Aux fortifications de Saint-Maurice, nous avions constaté l'égalité presqu'absolue des précipitations des deux années 1902 et 1903. Il y a donc, au point de vue des précipitations, une différence notable entre la station de plaine, Genève, et les stations de montagne pour le régime des pluies de ces deux années.

L'excédent de pluie, au Saint-Bernard, se manifeste durant les trois dernières saisons de l'année, tandis que l'hiver est relativement sec. Le mois le plus humide, absolument et relativement, est octobre, comme à Genève, et le mois le plus sec, février, aussi bien au point de vue absolu qu'au point de vue relatif.

L'*année civile* est sensiblement plus humide à Genève que l'année météorologique. Au Grand Saint-Bernard, il n'y a pas de différence appréciable, les quantités de neige tombées aux deux mois de décembre 1902 et 1903 ayant été à peu près équivalentes.

La *statistique de la pluie* a été, comme d'ordinaire, poussée plus loin pour les observations de *Genève*.

Le *tableau XXVIII* donne, pour chaque mois, la plus longue période de sécheresse, ou le nombre maximum de jours consécutifs sans pluie et la plus longue période pluvieuse, ou le nombre maximum de jours consécutifs

XXVIII. Périodes de sécheresse et de pluie. — Genève, 1903.

Période.	Périodes de sécheresse		Périodes pluvieuses.		Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm.25.	Pluie dans 24 heures Maximum. mm	Pluie dans 24 heures Chute dépassant 30 mm.
Décembre 1902..	7 jours	(8-14)	6 jours	(15-20)	4 jours	0 jours	6.2 le 29	—
Janvier 1903.....	13 »	(19-31)	4 »	(9-12)	2 »	0 »	12.7 le 3	—
Février.........	20 »	(3-22)	2 »	(1-2)	2 »	0 »	19.0 le 1	—
Mars...........	7 »	(19-25)	4 »	(28 février-3)	5 »	0 »	9.4 le 3	—
Avril...........	6 »	(10-15)	3 »	(7-9, 21-23)	6 »	1 »	20.0 le 29	—
Mai............	9 »	(18-26)	16 »	(27 avril-12)	4 »	1 »	13.1 le 27	—
Juin	8 »	(22-29)	4 »	(18-21)	2 »	1 »	22.0 le 30	—
Juillet	9 »	(7-15)	6 »	(16-21)	2 »	2 »	45.5 le 18	1
Août...........	5 »	(4-8)	6 »	(14-19)	4 »	3 »	26.0 le 19	—
Septembre......	14 »	(26 août-8)	2 »	(13-14)	2 »	0 »	18.0 le 13	—
Octobre	4 »	(4-7)	5 »	(14-18, 26-30)	4 »	3 »	32.4 le 29	1
Novembre......	9 »	(31 octobre-8)	5 »	(24-28)	5 »	2 »	34.2 le 16	1
Décembre	12 »	(27-7 janvier 04)	5 »	(7-11)	2 »	2 »	32.8 le 10	1
Année météorol.	20 jours	(3-22 février)	16 jours	(27 avril-12 mai)	42 jours	13 jours	45.5 le 18 juillet	3
Année civile....		id.		id.	40 »	15 »	id.	4

où la pluie a été récoltée. La plus longue période de sécheresse est au mois de février, la plus longue période pluvieuse en avril et mai.

Le même tableau indique le nombre de jours où la hauteur de pluie mesurée a été inférieure à 1^{mm} et à $^1/_4$ de millimètre. Ces nombres sont un peu supérieurs à ceux de l'année précédente. Si l'on ne compte comme *jours de pluie bien caractérisée* que ceux où il tombe au moins 1^{mm} d'eau, on en trouve, à Genève, 105 pour l'année météorologique et 106 pour l'année civile, une vingtaine de moins que l'année précédente. Les chiffres sont un peu plus forts au Grand Saint-Bernard, 112 et 115, à peu près les mêmes qu'au tableau XXVI.

Enfin, ce tableau donne le maximum de pluie récolté chaque mois et le nombre de jours où la hauteur d'eau tombée a atteint ou dépassé 30 millimètres. Il n'y a eu que trois jours pour l'année météorologique et quatre jours pour l'année civile. Le tableau donne les totaux et les dates. Le maximum est de 45.5 millimètres et correspond au mois de juillet.

Comme complément à ces indications, il sera intéressant de noter ici, comme précédemment, le relevé des plus violentes averses enregistrées durant un court espace de temps au pluviographe Usteri-Reinacher :

Date, 1903	mm.	min.	mm. par min.
6 juillet	7	10	0.7
»	5	3	1.7
19 août	3	8	0.4
15 octobre	2	5	0.4
23 »	5	10	0.5

Le *tableau XXIX* a pour but de permettre la comparaison des différents mois entre eux et des quatre sai-

XXIX. GENÈVE, 1903.

Période.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
		h	mm
Décembre 1902	0.052	3.00	0.95
Janvier 1903	0.079	6.56	0.72
Février	0.029	3.80	1.69
Mars	0.073	3.86	0.82
Avril	0.061	2.93	1.52
Mai	0.083	3.26	1.32
Juin	0.078	5.09	1.34
Juillet	0.075	4.31	1.83
Août	0.078	4.83	2.34
Septembre	0.029	5.25	0.95
Octobre	0.157	6.16	1.37
Novembre	0.064	3.54	1.28
Décembre	0.098	6.08	1.13
Hiver	0.054	4.33	0.95
Printemps	0.072	3.33	1.20
Eté	0.077	4.72	1.84
Automne	0.084	5.11	1.30
Année météorol	0.072	4.29	1.36
Année civile	0.076	4.55	1.36

sons entre elles au point de vue des précipitations atmosphériques. Il est à cet effet calculé de façon à éliminer les inégales durées des mois et des saisons. On y trouve : 1° la *durée relative de la pluie*, ou la fraction obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures de la période ; 2° le *nombre moyen d'heures de pluie* par jour de pluie, obtenu en divisant, pour chaque période, le nombre d'heures de pluie par le nombre de jours de pluie ; 3° *l'eau tombée dans une heure*, obtenue en divisant la hauteur d'eau tombée durant la période par le nombre d'heures de pluie de la période, ce dernier chiffre représente donc l'intensité moyenne de la précipitation.

Le *tableau XXX* contient le relevé général des observations faites dans les douze stations pluviométriques du canton de Genève et à l'observatoire. Je suis heureux de profiter de cette circonstance pour adresser mes sincères remerciements aux onze observateurs qui continuent à nous fournir régulièrement les hauteurs de pluie tombées sur notre petit territoire.

Le *tableau XXXI* fournit, d'une façon analogue, les hauteurs de pluie et de neige tombées dans les quatre stations pluviométriques, actuellement existantes, le long du val d'Entremont. Ici les distances entre stations sont assez grandes et les circonstances locales très différentes. Tandis que Martigny-Ville se trouve dans la vallée même du Rhône, à l'extrémité occidentale de la région sèche du Valais, les autres stations sont des stations de montagne. Orsières est au fond de la vallée, près du confluent de la Drance d'Entremont et de la Drance de Ferret; Bourg-Saint-Pierre est situé plus au sud et plus haut; c'est la dernière localité de la vallée et elle se trouve à l'extrémité de la région cultivée. Enfin, l'hospice est, comme on sait, au sommet du col du Grand Saint-Bernard.

Au point de vue de la sécheresse, Orsières et même Bourg-Saint-Pierre sont tout à fait comparables à Martigny. Le Grand Saint-Bernard est beaucoup plus humide, parce qu'il participe au régime des pluies de la vallée d'Aoste et qu'il reçoit les pluies qui lui viennent du sud et du sud-ouest. J'adresse ici l'expression de ma reconnaissance aux observateurs de ces stations, qui veulent bien nous communiquer régulièrement le relevé de leurs mesures des hauteurs de pluie et de neige.

XXX. Stations pluviométriques du canton de Genève. 1903.

Station :	*Céligny*	*Collex*	*Chambésy*	*Châtelaine*	*Satigny*	*Athenaz*	Compesières	*Veyrier*	*Genève*	*Cologny*	*Puplinge*	*Jussy*	*Hermance*
Altitude :	424 m.	440 m.	433 m.	425 m.	465 m.	428 m.	478 m.	423 m.	406 m.	452 m.	445 m.	470 m.	380 m.
Observat. : M.	Ch. Pesson	Joye	L. Perrot	Platel	P. Pelletier	J.-J. Decor	J. Babel	B. Babel	Observatoire	R. Gautier	A. Dunant	J. Micheli	Ch. Nyauld
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1902..	33.1	43.1	37.3	38.0	46.5	27.5	?	29.9	37.0	30.7	27.8	28.5	38.0
Janv. 1903.	55.9	38.2	39.8	36.7	43.0	32.0	?	45.6	42.2	40.6	36.2	37.7	39.9
Février....	28.6	30.5	30.8	30.9	33.5	35.0	39.0	33.5	32.1	28.2	20.8	29.2	35.9
Mars......	54.7	46.9	43.8	41.1	49.0	48.0	56.8	19.3	41.2	37.0	38.8	31.0	41.5
Avril......	69.4	67.7	66.3	68.4	69.5	59.0	65.5	68.5	66.8	64.5	66.6	68.5	74.6
Mai........	69.9	64.5	81.0	70.9	68.5	53.0	73.5	79.4	81.6	86.8	81.5	77.6	77.4
Juin	75.2	102.7	93.8	78.5	83.0	69.0	88.5	86.7	75.3	83.9	72.4	65.5	77.9
Juillet.....	137.9	137.6	113.0	120.5	118.0	100.5	121.0	116.3	102.4	96.7	111.8	113.9	116.5
Août......	153.2	151.6	128.5	125.8	117.5	111.5	126.0	123.6	135.9	120.1	125.9	125.4	136.9
Septembre.	24.9	23.6	25.5	21.2	22.5	18.5	25.3	26.3	20.0	21.7	22.1	23.5	21.6
Octobre ...	143.6	150.6	155.8	149.3	151.5	152.5	155.0	142.0	160.6	148.9	153.0	161.6	111.8
Novembre..	82.3	77.1	61.5	59.5	70.5	59.0	52.0	56.7	59.1	60.7	52.4	57.1	65.7
Décembre..	104.9	85.5	84.5	76.1	83.0	65.5	68.5	72.6	82.4	79.3	72.8	78.6	87.7
Hiver	117.6	111.8	107.9	105.6	123.0	94.5	?	109.0	111.3	99.5	84.8	95.4	113.8
Printemps.	194.0	179.1	191.1	180.4	187.0	160.0	195.8	197.2	192.6	188.3	186.9	177.1	193.5
Été	366.3	391.9	335.3	324.8	318.5	281.0	338.5	326.6	313.6	310.7	310.1	301.8	331.3
Automne ..	250.8	251.3	242.8	233.0	247.5	230.0	232.3	225.0	239.7	231.3	227.5	212.2	235.1
An. météor.	928.7	934.1	877.1	843.8	876.0	765.5	—	857.8	857.2	819.8	809.3	819.5	873.7
An. civile..	1000.5	976.5	924.3	881.9	912.5	803.5	—	900.5	902.6	868.4	854.3	869.0	923.4

XXXI. Stations pluviométriques du Val d'Entremont. 1903

Station Altitude	Martigny (474m)		Orsières (900m)		Bourg-St-Pierre (1630m)		Gr. St-Bernard (2475m)	
PÉRIODE	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm
Décembre 1902.	38.2	5	44.9	33	41.9	49	87.4	107
Janvier 1903...	22.6	1	24.2	13	33.3	40	103.2	111
Février........	26.2	0	18.8	6	25.9	35	45.2	41
Mars..........	70.6	12	53.6	38	40.5	59	131.8	119
Avril	44.2	4	20.3	4	32.1	25	89.0	63
Mai...........	37.5	—	65.2	3	68.1	63	208.9	134
Juin.	29.3	—	43.6	—	70.5	—	168.9	10
Juillet	66.6	—	56.7	—	65.8	—	107.5	—
Août..........	93.2	—	71.0	—	90.8	—	118.4	3
Septembre.....	15.8	—	30.7	—	26.3	—	88.9	33
Octobre	142.5	—	140.4	—	173.8	30	291.1	124
Novembre	62.8	—	65.8	31	39.8	48	127.1	133
Décembre	36.2	?	31.8	15	36.4	51	93.8	92
Hiver..........	87.0	6	87.9	52	101.1	124	235.8	262
Printemps	152.3	16	139.1	45	140.7	147	429.7	316
Eté	189.1	—	171.3	—	227.1	—	394.8	13
Automne	221.1	—	236.9	31	239.9	78	507.1	290
Année mét.....	649.5	22	635.2	128	708.8	349	1567.4	881
Année civile ...	647.5	17(?)	622.1	110	703.3	351	1573.8	866

Le *tableau XXXII* indique le nombre de *jours d'orages* ou *jours de tonnerre* à Genève, ainsi que le nombre de jours où des *éclairs* ont été vus à l'horizon sans que le bruit du tonnerre fût perceptible. Les deux nombres sont faibles et inférieurs à ceux des quatre années précédentes. Le nombre des orages proprement dits est aussi sensiblement inférieur à la moyenne de Plantamour (25 de 1847 à 1875).

Le même tableau indique aussi les deux cas de *grêle* survenus durant l'année 1903. La grêle du 4 mai n'a pas été forte dans la ville de Genève, où sont cependant tombés des grêlons ; mais elle a fait passablement

de dégâts au nord de la ville, sur le coteau de Pregny-Chambésy. La grêle du 9 mai a été plus inoffensive sur l'ensemble du canton de Genève.

XXXII. Orages. — GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	Jours de tonnerres.	Jours d'éclairs sans tonnerre.	Grêle
Décembre 1902.....	0	0	—
Janvier 1903.......	0	0	—
Février.	1	0	—
Mars...............	0	0	—
Avril..............	0	0	—
Mai................	5	4	les 4 et 9
Juin	1	1	—
Juillet............	5	2	—
Août...............	3	2	—
Septembre..........	0	1	—
Octobre............	1	1	—
Novembre	1	0	—
Décembre...........	0	0	—
Année météorol.....	17	11	2
Année civile	17	11	2

VII. Nébulosité.

A partir de 1901, la nébulosité s'exprime par les nombres de *zéro* à *dix*. *Zéro* correspond à un ciel entièrement clair, *dix* à un ciel entièrement couvert. La mesure de la nébulosité se fait, à *Genève*, aux six observations diurnes, au *Grand Saint-Bernard*, trois fois par jour. La moyenne de ces six, ou trois, observations donne la moyenne diurne de la nébulosité, représentée par un chiffre sans fraction. Pour les mois, les saisons et l'année, la nébulosité est exprimée par la moyenne des nébulosités de tous les jours de la période. Le chiffre principal est alors accompagné de dixièmes.

Dans le *tableau XXXIII*, la *nébulosité* ou l'état du ciel est exprimée de deux façons pour les deux stations : à la cinquième colonne, par la nébulosité moyenne, puis, dans les quatre premières, par une classification des jours de la période en *clairs*, *peu nuageux*, *très nuageux* et *couverts*. Ces désignations comprennent les jours dont la nébulosité s'exprime par un certain nombre des onze chiffres qui représentent la nébulosité : les chiffres 0, 1 et 2 correspondent aux jours clairs; 3, 4 et 5, aux jours peu nuageux ; 6 et 7, aux jours très nuageux ; 8, 9 et 10, aux jours couverts.

Le *tableau XXXIV* fournit les écarts de la nébulosité aux deux stations par rapport aux moyennes calculées par Plantamour sur les observations des années 1847 à 1875 pour Genève, et 1846 à 1867 pour le Grand Saint-Bernard. Ces moyennes figurent également dans le tableau, multipliées par 10 pour les ramener à la nouvelle échelle adoptée.

A *Genève*, la nébulosité a été normale pour l'année et, par conséquent, moins forte, en moyenne, que durant les deux années précédentes. En hiver et au printemps, il y a plutôt un défaut de nébulosité, tandis qu'il y a eu un excès en été et en automne. Le mois le plus clair, relativement, a été le mois de février, et le plus nébuleux, relativement, a été le mois de juin.

Au *Grand Saint-Bernard*, l'année a été claire, comme les précédentes, et le déficit de nébulosité a même été plus fort qu'en 1902. Sur les treize mois, il n'y en a que quatre qui fournissent un excédent de nébulosité, et toutes les saisons sont plus claires que la moyenne. Le mois le plus clair, absolument et relativement, a été

février, et le plus nébuleux, juin au point de vue absolu, décembre 1903 au point de vue relatif.

XXXIII. Nébulosité. 1903.

PÉRIODE.	GENÈVE					SAINT-BERNARD				
	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne
Déc. 1902.	0	4	0	27	8.9	8	10	6	7	4.8
Janv. 1903.	5	8	1	17	6.6	15	8	3	5	3.4
Février....	10	4	2	12	5.1	16	4	3	5	3.1
Mars......	11	5	4	11	5.0	13	3	5	10	4.7
Avril......	4	4	6	16	6.8	6	6	6	12	6.2
Mai.......	9	5	8	9	5.1	7	10	5	9	5.2
Juin......	4	4	6	16	6.7	4	7	4	15	6.5
Juillet...	9	5	5	12	5.5	8	5	5	13	5.7
Août	12	8	4	7	4.3	11	11	4	5	4.2
Septembre.	8	8	5	9	5.2	5	8	4	13	6.1
Octobre ...	5	5	3	18	6.8	6	7	4	14	6.0
Novembre.	3	2	1	24	8.3	13	3	4	10	4.7
Décembre..	0	2	1	28	9.3	8	6	4	13	5.4
Hiver....	15	16	3	56	6.9	39	22	12	17	3.8
Printemps.	24	14	18	36	5.6	26	19	16	31	5.4
Eté.......	25	17	15	35	5.5	23	23	13	33	5.5
Automne..	16	15	9	51	6.8	24	18	12	37	5.6
Année mét.	80	62	45	178	6.2	112	82	53	118	5.1
» civile	80	60	46	179	6.2	112	78	51	124	5.1

Le *tableau XXXV* donne, pour Genève, le nombre de jours de brouillard observés. Il y en a moins que la moyenne de Plantamour (33), et surtout peu de jours de brouillard continu, régnant toute la journée.

XXXIV. Écarts de la nébulosité. 1903.

PÉRIODE	GENÈVE Moyennes 1847-1875	GENÈVE Ecarts pour 1903	SAINT-BERNARD Moyennes 1846-1867	SAINT-BERNARD Ecarts pour 1903
Décembre 1902	8.3	+ 0.6	4.5	+ 0.3
Janvier 1903	7.9	- 1.3	5.0	- 1.6
Février	6.7	- 1.6	5.3	- 2.2
Mars	6.1	- 1.1	5.9	- 1.2
Avril	5.8	+ 1.0	6.7	- 0.5
Mai	5.8	- 0.7	6.9	- 1.7
Juin	5.4	+ 1.3	6.5	0.0
Juillet	4.4	+ 1.1	5.5	+ 0.2
Août	4.7	- 0.4	5.8	- 1.6
Septembre	4.9	+ 0.3	5.8	+ 0.3
Octobre	6.9	- 0.1	6.1	- 0.1
Novembre	7.8	+ 0.5	5.4	- 0.7
Décembre	8.3	+ 1.0	4.5	+ 0.9
Hiver	7.6	- 0.7	4.9	- 1.1
Printemps	5.9	- 0.3	6.5	- 1.1
Eté	4.8	+ 0.7	5.9	- 0.4
Automne	6.6	+ 0.2	5.8	- 0.2
Année météorol	6.2	0.0	5.8	- 0.7
Année civile	6.2	0.0	5.8	- 0.7

XXXV. Brouillard. GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1902	1	6	7
Janvier 1903	0	2	2
Février	2	4	6
Mars	0	1	1
Avril	0	0	0
Mai	0	0	0
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Août	0	0	0
Septembre	0	2	2
Octobre	0	3	3
Novembre	2	1	3
Décembre	1	4	5
Année météorol	5	19	24
Année civile	5	17	22

VIII. Durée d'insolation.

Le *tableau XXXVI* permet de suivre, heure par heure, la *marche diurne de la durée d'insolation* pour les treize mois, les saisons et l'année météorologique et civile 1903, la septième durant laquelle a fonctionné l'héliographe. Il donne, dans ses deux dernières colonnes, la durée totale d'insolation en heures et les moyennes diurnes d'insolation pour les différentes périodes de l'année.

Le minimum absolu et relatif d'insolation tombe sur les deux mois de décembre 1902 et 1903. La maximum, également absolu et relatif, a lieu au mois d'août. Le total général d'insolation pour l'année (météorologique) concorde, à moins d'une heure près, avec la moyenne des durées d'insolation des six années précédentes. Ce résultat est donc en accord avec le chiffre normal de la nébulosité. Les années 1899 et 1900 ont été plus ensoleillées, les quatre autres années sont au-dessous de la moyenne.

Le *tableau XXXVII* permet d'apprécier la différence de la durée d'insolation entre le matin et l'après-midi. Comme l'appareil est réglé sur le temps solaire vrai, les périodes d'insolation *théoriques* sont égales ; les périodes *réelles* sont sensiblement différentes. Elles sont représentées dans le tableau, ainsi que la différence *soir — matin*, de deux façons différentes : en *heures* et en *pour cent* du total d'heures d'insolation.

La prédominance de l'insolation dans l'après-midi est constante pour toutes les saisons de l'année. Les circonstances sont renversées pour les seuls mois de décembre 1902, mai et juillet 1903, mais d'une façon peu sensible.

XXXVI. Marche diurne de la durée d'insolation. GENÈVE, 1903.

PÉRIODE	MATIN							SOIR							Durée d'insolation	Moyenne diurne
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-2	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7		
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Déc. 1902..	—	—	—	—	1.5	5.2	5.5	5.4	4.1	2.4	0.2	—	—	—	24.3	0.78
Janv. 1903.	—	—	—	—	4.3	5.9	10.8	12.7	12.3	10.4	4.6	0.4	—	—	61.4	1.98
Février....	—	—	0.1	4.2	9.6	11.7	15.2	16.3	17.0	15.1	12.7	2.4	—	—	104.3	3.73
Mars	—	—	2.0	13.2	17.3	20.4	20.9	20.1	19.0	18.4	17.2	10.7	—	—	159.2	5.14
Avril......	—	0.2	4.6	8.4	10.5	12.0	15.8	15.9	15.0	14.8	14.4	9.9	4.3	0.3	126.1	4.20
Mai.......	1.0	12.1	20.3	20.1	23.3	22.6	24.0	24.9	23.9	20.6	17.2	14.5	12.1	2.3	238.9	7.71
Juin	0.3	5.9	10.6	11.7	13.0	14.5	16.4	16.8	14.3	14.1	12.4	9.7	8.4	1.9	150.0	5.00
Juillet.....	2.5	13.5	17.7	19.6	22.8	23.0	22.4	22.5	20.6	19.4	15.9	15.7	14.2	5.2	235.0	7.58
Août......	1.1	13.5	20.0	21.6	21.6	21.8	24.5	23.4	23.3	24.1	22.4	22.3	17.8	3.5	260.9	8.42
Septembre.	—	2.4	9.9	15.0	16.9	20.6	21.0	20.9	20.0	19.8	18.5	12.1	3.5	—	180.6	6.02
Octobre ...	—	—	2.5	10.3	14.2	13.5	16.3	18.2	16.7	15.2	15.5	7.3	—	—	129.7	4.18
Novembre .	—	—	—	2.0	3.2	4.1	4.4	5.5	5.7	6.2	4.9	1.0	—	—	37.0	1.23
Décembre..	—	—	—	—	—	1.0	1.8	2.3	1.9	3.3	1.0	—	—	—	11.3	0.36
Hiver	—	—	0.1	4.2	15.4	22.8	31.5	34.4	33.4	27.9	17.5	2.8	—	—	190.0	2.11
Printemps.	1.0	12.3	26.9	41.7	51.1	55.0	60.7	60.9	57.9	53.8	48.8	35.1	16.4	2.6	524.2	5.70
Eté	3.9	32.9	48.3	52.9	57.4	59.3	63.3	62.7	58.2	57 6	50.7	47.7	40.4	10.6	645.9	7.02
Automne ..	—	2.4	12.4	27.3	34.3	38.2	41.7	44.6	42.4	42.1	38.9	20.4	3.5	—	347.3	3.82
Année mét.	4.9	47.6	87.7	126.1	158.2	175.3	197.2	202.6	191.9	180.5	155.9	106.0	60.3	13.2	1707.4	4.68
Année civ..	4.9	47.6	87.7	126.1	156.7	171.1	193.5	199.5	189.7	181.4	156.7	106.0	60.3	13.2	1694.4	4.64

XXXVII. Durée d'insolation avant et après midi.
GENÈVE, 1903.

Période	MATIN nombre d'heures	MATIN %	SOIR nombre d'heures	SOIR %	DIFFÉRENCE Soir—Matin nombre d'heures	DIFFÉRENCE Soir—Matin %
Décembre 1902.	12.2	50.2	12.1	49.8	- 0.1	- 0.4
Janvier 1903...	21.0	34.2	40.4	65.8	+19.4	+31.6
Février........	40.8	39.1	63.5	60.9	+22.7	+21.8
Mars..........	73.8	46.4	85.4	53.6	+11.6	+ 7.2
Avril	51.5	40.8	74.6	59.2	+23.1	+18.4
Mai...........	123.4	51.7	115.5	48.3	- 7.9	- 3.4
Juin	72.4	48.3	77.6	51.7	+ 5.2	+ 3.4
Juillet.........	121.5	51.7	113.5	48.3	- 8.0	- 3.4
Août..........	124.1	47.6	136.8	52.4	+12.7	+ 4.8
Septembre.....	85.8	47.5	94.8	52.5	+ 9.0	+ 5.0
Octobre	56.8	43.8	72.9	56.2	+16.1	+12.4
Novembre	13.7	37.0	23.3	63.0	+ 9.6	+26.0
Décembre	2.8	24.8	8.5	75.2	+ 5.7	+50.4
Hiver	74.0	38.9	116.0	61.1	+42.0	+22.2
Printemps	248.7	47.4	275.5	52.6	+26.8	+ 5.2
Eté	318.0	49.2	327.9	50.8	+ 9.9	+ 1.6
Automne	156.3	45.0	191.0	55.0	+34.7	+10.0
Année mét.....	797.0	46.7	910.4	53.3	+113.4	+ 6.6
Année civile...	787.6	46.5	906.8	53.5	+119.2	+ 7.0

Le *tableau XXXVIII* a été constitué, comme les années précédentes, pour faire ressortir, entre la nébulosité et la durée d'insolation, la relation établie par M. Billwiller[1]. Celui-ci avait trouvé que la valeur de la nébulosité moyenne d'une période est à peu de chose près égale au rapport entre les heures de non-insolation $(t-i)$ et le total d'heures d'insolation théoriquement possible (t).

Les colonnes du tableau XXXVIII s'expliquent ainsi facilement. Dans la deuxième, le rapport $\frac{t-i}{t}$ a été

[1] *Archives*, 1889, tome XXI, p. 404.

XXXVIII. Comparaison de la durée de non-insolation a la nébulosité moyenne. GENÈVE, 1903.

Période	Durée théorique d'insolation t h	Rapport $\frac{t-i}{t} \times 10$	Nébulosité moyenne	Différence
Décembre 1902.	270	9.1	8.9	+ 0.2
Janvier 1903 ...	282	7.8	6.6	+ 1.2
Février........	291	6.4	5.1	+ 1.3
Mars.........	371	5.7	5.0	+ 0.7
Avril..........	408	6.9	6.8	+ 0.1
Mai...........	465	4.9	5.1	- 0.2
Juin	471	6.8	6.7	+ 0.1
Juillet	475	5.1	5.5	- 0.4
Août..........	437	4.0	4.3	- 0.3
Septembre.....	375	5.2	5.2	0.0
Octobre........	338	6.2	6.8	- 0.6
Novembre	284	8.7	8.3	+ 0.4
Décembre......	270	9.6	9.3	+ 0 3
Hiver	843	7.7	6.9	+ 0.8
Printemps	1244	5.8	5.6	+ 0.2
Eté	1383	5.3	5.5	- 0.2
Automne	997	6.5	6.8	- 0.3
Année mét... .	4467	6.2	6.2	0.0
Annéé civile ...	4467	6.2	6.2	0.0

multiplié par 10 afin d'être rendu comparable à la nébulosité moyenne de chaque période dont les valeurs ont été empruntées au tableau XXXIII. Il ressort, cette année, de la dernière colonne du tableau que la relation est exacte pour l'année, ce qui concorde avec la nébulosité normale et la durée d'insolation totale, qui paraît également normale d'après les observations existantes. Quant aux différents mois, beaucoup donnent une concordance très satisfaisante ; d'autres, en particulier janvier et février, présentent des discordances assez accusées.

L'enregistreur d'insolation du château du Crest, à Jussy, dont M. Jules Micheli veut bien nous communiquer régulièrement les résultats d'observation, a fourni, en 1903, les durées d'insolation suivantes :

Durée d'insolation à Jussy, 1903.

	h.		h.
Décembre 1902	28.0	Juin 1903	149.9
Janvier 1903	71.5	Juillet	225.8
Février	131.9	Août	244.3
Mars	163.6	Septembre	190.1
Avril	127.1	Octobre	131.1
Mai	235.7	Novembre	42.6
		Décembre	18.7
Hiver	231.4	Eté	620.0
Printemps	526.4	Automne	363.8
Année mét.	1741.6	Année civ.	1732.3

Comme on pouvait s'y attendre, le total général de l'année est supérieur à celui de l'observatoire, à cause de la situation plus élevée du château du Crest et à cause de son éloignement des brumes de la ville et du lac. C'est spécialement en hiver, puis aux saisons intermédiaires, qu'il y a plus de soleil à Jussy qu'en ville. En été, au contraire, les conditions sont renversées et il y a un peu moins d'heures d'insolation à Jussy, probablement à cause de la proximité de la montagne des Voirons.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 18 mai 1904.

B. Galli-Valério et Mme Rochaz. Appareil pour détruire les larves et les nymphes des Culicidés. — B. Galli-Valério et E. Félix. Recherches sur l'action de différentes températures sur la pulpe vaccinale glycérinée.

M. B. Galli-Valério et Mme Rochaz présentent un appareil qu'ils ont fait construire par M. Pilet, mécanicien à l'École de chimie, et qui permet de répandre en couche mince et uniforme le pétrole et le saprol à la surface des fossés dans le but de détruire les larves et les nymphes des Culicidés.

MM. B. Galli-Valério et E. Félix exposent les résultats de quelques recherches faites sur l'*action des températures élevées et variées sur la pulpe vaccinale glycérinée* et y ajoutent trois observations sur l'action des rayons Röntgen. Ils arrivent à la conviction que par ces procédés il n'est pas possible d'arriver à résoudre le problème de la purification du vaccin, car si souvent les germes étrangers meurent, il y a en même temps un affaiblissement de virulence du vaccin.

Séance du 1er juin.

E. Chuard et C. Dusserre. Le verdet et le mildiou de la vigne. — C.-J. Kool. Sur l'axiome de la droite. — P.-L. Mercanton et C. Radzikowski. Action des rayons N sur le nerf.

MM. E. Chuard et C. Dusserre présentent les résultats des recherches entreprises, avec la collaboration de

M. PORCHET, sur l'*action du verdet raffiné (acétate de cuivre neutre) pour combattre le mildiou de la vigne.* Avant de pouvoir recommander l'emploi de ce produit, entièrement soluble dans l'eau, dans des contrées à pluies fréquentes, il importait de savoir si ce sel, déposé sur les feuilles de vigne, y reste soluble dans l'eau, par conséquent lavable par la pluie, ou s'il passe à l'état de combinaison insoluble, ne risquant plus d'être entraîné par le lavage. Des recherches méthodiques dans ce sens n'avaient pas encore été faites dans les pays où le verdet est employé comme remède pour la vigne.

Il résulte des expériences entreprises par MM. Chuard et Dusserre que le verdet, aussitôt après sa pulvérisation sur les feuilles de la vigne, par évaporation de sa solution diluée, dégage de l'acide acétique et passe en partie à l'état d'acétate basique insoluble, et peut-être d'autres combinaisons insolubles dans l'eau. La conséquence est que le cuivre qu'il contient n'est plus entraîné complètement par les eaux de lavage, si abondantes soient-elles. Dans les essais précités, une proportion allant jusqu'à 89,6 % du cuivre appliqué est restée adhérente aux feuilles, après un séchage de 24 heures, suivi d'un lavage abondant, correspondant à une forte pluie. L'analyse des feuilles de vigne arrosées avec une solution au 1 % de verdet raffiné montre que la proportion de cuivre resté adhérant après une forte pluie y est supérieure à celle trouvée sur des feuilles traitées avec la bouillie bordelaise à 2 % sulfate de cuivre.

Ces expériences doivent être encore complétées, mais elles suffisent pour montrer que le verdet, raffiné ou neutre, peut être employé pour le traitement de la vigne dans des pays humides comme le nôtre, sans que l'on ait à craindre son entraînement total par les eaux de pluie.

M. C.-J. KOOL. *Sur l'axiome de la droite.* L'auteur démontre que cet axiome, qui énonce que par deux points on ne peut mener qu'une seule droite, peut être déduit d'une autre vérité, laquelle découle directement du caractère essentiel de l'espace, à savoir de son extension illi-

mitée dans tous les sens. Cette autre vérité, c'est qu'un point autre que le centre d'une surface sphérique est, en général, séparé par des distances inégales de deux points quelconques de cette surface. Aussi l'auteur ose-t-il soutenir que, mieux que le fait énoncé par l'axiome susdit, ce dernier fait doit être regardé comme étant un des axiomes fondamentaux de la géométrie.

M. Paul-L. Mercanton présente, au nom de M. C. Radzikowski et au sien, le résultat de leurs recherches sur l'*action des rayons N sur le nerf*.

Les expériences de Charpentier ont établi le fait de l'émission de radiations N par les centres et les trajets nerveux en activité. Il s'agissait de savoir si, par réciprocité, les rayons N agissent sur le système nerveux directement.

Pour cela, MM. Mercanton et Radzikowski ont utilisé la réaction la plus sensible qu'on connaisse pour le nerf, celle qu'on désigne sous le nom de *variation négative*. Le nerf sciatique d'une grenouille, adhérant encore au genou, mais reséqué du côté lombaire, est tendu sur deux électrodes impolarisables à la Dubois-Reymond, reliés à un galvanomètre Thompson Carpentier à quatre bobines. Le courant de lésion était assez fort pour donner une déviation positive de plus de 10 mm. sur une échelle placée à un mètre environ.

Les opérateurs ont alors recherché si cette déviation se modifie lorsque des rayons N tombent sur le segment nerveux extérieur aux électrodes. Les sources des rayons N ont été une lampe Nernst d'environ 200 bougies, dont une lentille d'abord de quartz, puis de verre, donnait une image réelle; une bille de roulement en acier trempé de 13 mm. de diamètre; une grosse lime presque neuve.

En manœuvrant un écran de carton mouillé, on soustrayait ou soumettait le nerf à l'influence des rayons. Le nerf était assez sensible pour provoquer la contraction de la jambe sous l'effet de son propre courant, et pour réagir aux décharges d'une petite machine Wimshurst, éclatant dans le voisinage.

Les résultats ont été *constamment* et *complètement négatifs*. Aucune influence des rayons n'a pu être constatée.

D'autre part, il en a été de même pour les essais tentés sur le segment du nerf intercalé entre électrodes, ce qui montre que la résistance du tronçon nerveux n'a pas varié sous l'effet des rayons N.

Assemblée générale du 16 juin à Vallorbe.

C. Dutoit. Limites du spectre. — F.-A. Forel. Antiquités lacustres dans les lacs suisses. — E. Bugnion. Œufs de Rhyssa persuasoria. — P.-L. Mercanton. Une forme nouvelle de fusion de la neige.

M. le Dr C. Dutoit parle des *limites du spectre* et fait l'historique des travaux exécutés dans ce domaine.

M. F.-A. Forel rappelle que nous pouvons fêter le jubilé cinquantenaire de *la découverte des antiquités lacustres dans les lacs suisses*, faite dans l'hiver et le printemps de 1854, sous l'impulsion du Dr Ferdinand Keller, de Zurich. Il montre l'importance de ces trouvailles, qui ont permis d'écrire un premier chapitre de l'histoire suisse; il raconte l'enthousiasme populaire qui a salué ces recherches, produit d'une collaboration collective d'hommes nombreux et divers. La connaissance de la civilisation des palafitteurs a donné une base solide à la compréhension des populations antéhistoriques, a permis la distinction entre les deux âges de la pierre, l'âge néolithique représenté dans les palafittes, l'âge paléolithique dans les cavernes et les graviers du diluvium, a permis enfin l'établissement d'une chronologie géologique pour l'histoire de l'homme, qui a transformé nos notions sur les développements de notre espèce. M. Forel, qui a pris part à la première fouille dans le palafitte de Morges, le 22 mai 1854, est le seul survivant de la phalange d'hommes qui ont pratiqué ces premières recherches.

M. le prof. E. Bugnion communique une étude remarquable sur les œufs pédiculés de *Rhyssa persuasoria*.

M. Paul-L. Mercanton décrit une *forme de fusion*, non encore signalée, qu'il a observée le 5 juin 1904 dans un champ de neige, à la Za de Derbon (Alpes vaudoises), vers 1850 m.

La surface du champ de neige était semée de « creux » en cônes droits renversés, dont le sommet était occupé par un caillou ou une pelotte de graviers agglutinés par la boue. Les flancs, à pente très régulière, laissaient apercevoir, sous forme de zones étagées, les affleurements des couches de débris, correspondant aux surfaces successives d'enneigement, salies par les poussières d'éboulements rocheux du voisinage. La génératrice de ces fosses coniques avait une pente très uniforme, voisine de 36°, ce qui donne un angle d'ouverture du creux égal à 108° environ.

Tout auprès, l'on pouvait voir des cailloux enfoncés au fond de petits puits cylindriques comme les trous d'orgue des glaciers, et contrastant avec les fosses coniques.

M. Mercanton attribue, jusqu'à plus ample information, le principal rôle dans la formation des « creux » au peu de consistance dans la neige fondante, qui laisse drainer l'eau de fusion vers les dépressions que des cailloux échauffés provoquent. Le ruissellement de cette eau et l'action des débris pierreux libérés aux affleurements font reculer les parois du creux en même temps qu'il s'approfondit.

Il y a là un phénomène analogue à celui du sillonnement des vieux névés.

Séance du 9 juillet.

J. Amann. Dosage de l'acétone en solutions très diluées. — F.-A. Forel. Brochets et perches dans l'Orbe de Vallorbe. La mouette rieuse.

M. le D[r] Amann fait une communication sur le *dosage de l'acétone en solutions très diluées*, au moyen du réfractomètre à immersion de Zeiss.

Il présente ensuite le nouvel appareil le *verant* de la maison Zeiss et expose les considérations théoriques et pratiques sur lesquelles a été basée la construction de cet instrument.

M. F.-A. Forel signale la *présence dans l'Orbe de Vallorbe de brochets, de perches* et peut-être de lottes de petite taille qui ont été vus récemment par des témoins dignes de foi. Ces poissons ne se trouvaient pas autrefois dans l'Orbe; ils doivent être descendus du lac Brenet par le canal de décharge de la chute artificielle établie à la Dernier pour l'usine électrique des eaux de Joux. Cette chute, de 237 m. de hauteur (cinq fois la hauteur du Niagara), dans un canal non entièrement plein, par conséquent sans pression, n'a pas tué ces jeunes poissons, qui avaient traversé les mailles de la grille de la prise d'eau dans le lac Brenet. M. Forel invoque l'existence d'un bassin d'eau tranquille adhérant aux parois du canal, pour expliquer que ces jeunes poissons n'aient pas été réduits en bouillie par les frottements contre les parois de métal dans cette chute terrible.

M. Forel signale la capture faite, le 23 juin 1902, par le pêcheur H. Ramuz, de Morges, qui trouva dans son filet dormant, tendu devant le Boiron, par 40 m. de fond, un *crâne humain* adulte décharné, sans la mâchoire inférieure, coloré en brun. Malheureusement, le pêcheur l'a rejeté dans l'eau, et M. Forel n'a pu étudier la pièce anatomique. On peut se demander comment cette tête a été saisie par le filet; elle n'était donc pas enfouie dans l'alluvion, quoiqu'elle fût assez ancienne pour être débarrassée de ses parties molles.

Cette trouvaille est aussi singulière que celle faite le 9 août 1901, devant Saint-Prex, par 70 m. de fond, par le pêcheur Yersin, qui trouva dans son filet une grande épée en fer du XVI[e] siècle. Cette épée, dans son fourreau en bois, accompagnée de la petite dague couchée le long du fourreau, est tout à fait semblable à celle que portait Adam Næf, de Zurich, en 1531, à la bataille de Cappel, quand il sauva la bannière zurichoise entourée par l'ennemi (Musée national suisse à Zurich). On doit se poser la question comment cette épée est sortie de l'alluvion pour être recueillie

par un filet dormant. L'épée de Saint-Prex a été donnée par M. Forel au Musée cantonal d'antiqués à Lausanne.

Pour élucider l'*histoire des nichées de la mouette rieuse dans notre pays*, M. Forel pose aux naturalistes et chercheurs les trois questions suivantes :

1° Avez-vous jamais vu un nid de mouettes, *Larus ridibundus*, dans le bassin du Léman ? Où et quand ?

2° Avez-vous vu un œuf de mouette de provenance indigène ? Où et quand ?

3° Avez-vous vu de jeunes mouettes encore en duvet, trop petites pour être immigrées des pays du Nord ? Où et quand ?

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 7 juillet 1904.

R. de Saussure. Mouvements infiniment petits d'un corps solide. — M. Stefanowska. Croissance en poids des animaux et des végétaux. — Sprecher. Les noyaux filiformes.

M. René DE SAUSSURE traite le sujet des *mouvements infiniment petits d'un corps solide* qui possède plusieurs degrés de liberté, en se basant sur la notion d'axes cotés et de droites cotées. Un axe coté A est un axe de mouvement compatible avec les liaisons et affecté d'un coefficient p_a égal au pas de vis du dit mouvement; une droite cotée B est une droite quelconque du corps solide, et cette droite entraînée dans le mouvement autour de l'axe A, est affectée d'un coefficient p_β déterminé par la relation : $p_\alpha + p_\beta = p$ = paramètre du complexe linéaire qui a pour axe A et qui passe par B.

Ces notions permettent d'énoncer des théorèmes qui sont valables quel que soit le degré de liberté que possède le corps solide. Cette théorie montre en outre l'identité entre la géométrie des mouvements infiniment petits d'un corps solide et la géométrie de l'espace réglé dont les formes linéaires fondamentales sont : le complexe linéaire, la congruence linéaire, l'hyperboloïde réglé, le couple de droites et la droite cotée.

Pour plus de développements, voir les *Archives des sciences physiques et naturelles*, juillet 1904.

Mlle M. STEFANOWSKA communique les résultats d'un travail qu'elle a entrepris dans le but de rechercher si la *croissance en poids des animaux et des végétaux* est régie par des lois. Pour la souris blanche, la croissance en poids peut être représentée par des couches qui sont des hyperboles; des résultats analogues ont été observés pour le cobaye et le poulet, et chez les végétaux pour le maïs cultivé en solution nutritive. Dans des essais récents, Mlle Stefanowska a cherché à établir le rendement organique de la plante en fonction du temps; elle a choisi comme sujets l'avoine et le sarrasin cultivés en plein air. Ces expériences confirment les résultats déjà obtenus; on peut en conclure que l'accroissement de la masse organisée en fonction du temps suit une loi mathématiquement rigoureuse. (Voir ci-dessus, p. 474.)

M. le prof. CHODAT donne connaissance du travail suivant de M. SPRECHER :

En avril 1899, M. Molisch, prof. à l'Université impériale de Prague, décrivait dans *Bot. Ztg.*, Heft X, des noyaux cellulaires d'une espèce particulière.

Il avait trouvé des noyaux filiformes chez *Lycoris radiata* et d'autres Amaryllidacées en coupant des feuilles perpendiculairement à la nervure médiane et en laissant sortir le suc mucilagineux sur un porte-objet. Dans ce suc il constatait des noyaux nombreux, ronds, lobés, ovales-arrondis, ovales-pointus ou filiformes. Ces derniers formaient souvent des pelottes et Molisch les faisait dériver des noyaux lobés qui ne seraient autre chose que le commencement d'une transformation en noyaux filiformes. Les plus longs de ces derniers avaient jusqu'à 1510 μ.

Pour expliquer les noyaux de cette longueur, Molisch les mettait en rapport avec la longueur des cellules à mucilage où ils se trouvent généralement. L'allongement serait dû aux mêmes causes que la multiplication de noyaux dans les longues cellules des siphonées, des laticifères, etc. La sphère d'action du noyau étant restreinte, il faudrait donc multiplication ou allongement du noyau.

Au commencement de mes recherches sur le noyau cellulaire dans ses rapports avec les sécrétions et les excrétions, M. le prof. Chodat a attiré mon attention sur les noyaux filiformes de Molisch. J'ai étudié tout particulièrement les deux objets classiques de cet auteur : *Galanthus nivalis* et *Lycoris radiata.* En procédant d'abord comme lui et en colorant légèrement le suc sur le porte-objet avec le vert méthyle acétique, j'ai obtenu à peu près les mêmes figures que Molisch : des formes rondes, ovales, lobées, pliées, mais très peu de filiformes. Il me vint quelques doutes à propos de la nature nucléaire de toutes ces formations, surtout des filiformes. Les formes rondes, ovales lobées, contournées, pliées, étaient incontestablement des noyaux possédant des granulations chromatiques et des nucléoles ; mais dans ce suc sortant de la feuille blessée, ils étaient très peu nombreux. Le suc de *Galanthus* contenait surtout beaucoup de raphides.

Mais je ne me suis pas arrêté là. J'ai coupé des feuilles en morceaux et j'ai fixé ces morceaux dans de l'alcool absolu. Après coloration avec fuchsine et vert d'iode, safranine et bleu de méthylène ou enfin avec le réactif genevois je les ai paraffinés. Dans les coupes faites au microtome, je n'ai pas pu constater jusqu'à présent les formes de noyaux décrits par Molisch. Mais les cellules contenant ces noyaux particuliers avaient pu être coupées lors de la fragmentation de la feuille, et ainsi les noyaux auraient pu sortir des cellules. Pour ne pas donner lieu à cette objection, j'ai fixé des feuilles de *Galanthus* et de *Lycoris* tout entières soit dans le mélange suivant : alc. à 80 $^0/_0$, 2 p., et acide acétique glacial, 1 p., soit dans l'alcool absolu, soit dans le fixateur de Flemming. J'ai employé les différents procédés de coloration qui sont indiqués dans la Bibliographie. Une solution de safranine ou un mélange de fuchsine et de vert d'iode me satisfaisaient tout particulièrement. J'ai fait beaucoup de coupes, les unes minces, les autres épaisses, les unes transversalement, les autres longitudinales, parallèlement au limbe et enfin les troisièmes longitudinales perpendiculairement à

lui, mais le résultat fut négatif en ce qui concerne les noyaux de formes particulières de Molisch.

Si nous prenons une feuille de *Galanthus*, nous avons au-dessous de l'épiderme trois à quatre couches de cellules ovales à noyaux normaux, et cela à la face supérieure comme à la face inférieure. D'après Hanstein, c'est la troisième ou quatrième couche de la face inférieure qui contient le mucilage. Le mésophylle est composé de trabécules qui contiennent les faisceaux libéro-ligneux et de canaux aérifères qui ont pris naissance par destruction de cellules, dont les restes sont encore visibles, tapissant les trabécules. Ces dernières sont limitées vers l'extérieur par de grandes cellules un peu allongées dans le sens de la feuille et dont les noyaux sont un peu allongés aussi. Plus à l'intérieur, les cellules s'allongent de plus en plus et deviennent plus étroites, de même que les noyaux. Dans les cellules qui accompagnent immédiatement le bois et le liber, ainsi que dans les cellules annexes, les noyaux sont très longs. J'en ai observé qui mesuraient jusqu'à 146 μ. La nature de ces noyaux est très variable, si l'on en juge d'après leur chromatophilie. Les nucléoles sont presque toujours présents au nombre de un ou plus souvent davantage. J'ai rencontré à plusieurs reprises des noyaux renflés et vacuolisés à une de leurs extrémités ou aux deux extrémités. Dans un ou deux cas, et seulement dans les cellules limitant les trabécules, j'ai vu des noyaux légèrement pliés ou ondulés; mais, abstraction faite de ces rares exceptions, tous s'étendaient bien en ligne droite dans les cellules.

Pour *Lycoris*, il en est à peu près de même, avec cette différence qu'ici se trouvent encore à la place des lacunes aérifères de grandes cellules pauvres en contenu cellulaire et à noyaux de forme normale, mais très petits par rapport aux cellules et peu chromatophiles. Cela prouve que nous avons affaire ici à des cellules peu actives. En outre, nous avons ici, au-dessous de l'épiderme supérieur, une assise palissadique à cellules encore peu allongées perpendiculairement à l'axe de la feuille. Si on coupe une

feuille de *Galanthus* ou de *Lycoris* comme Molisch l'a fait, on coupe forcément les longues cellules qui accompagnent les faisceaux libéro-ligneux, les lacunes aérifères et chez *Lycoris* les grandes cellules entre les trabécules. Les noyaux, les raphides, bref tout le contenu cellulaire peut se déverser en dehors et les noyaux n'étant plus en relation avec les différents éléments de la cellule, les tensions qui leur faisaient équilibre ayant disparu, ils pourront prendre les formes les plus anormales qui par conséquent sont artificielles et ne se rencontrent point dans la feuille. C'est ainsi que je m'explique la présence dans le suc sortant de la feuille blessée de *Galanthus* ou de *Lycoris* de noyaux pliés, contournés, lobés, etc.

Chez les noyaux vacuolisés, nous aurions peut-être le même phénomène que Krause, Chodat ont décrit pour les chromatophores rouges du fruit de *Solanum pseudocapsicum*.

Quant aux soi-disant noyaux filiformes de Molisch, je ne puis pas encore les considérer comme des noyaux. Ce sont ou bien des filets de protoplasma ou de mucilage, ou peut-être même les fins débris de cellules détruites, sortant des lacunes intertrabéculaires.

La présente note n'est qu'une publication préliminaire, j'ai l'intention de la compléter sous peu en déterminant en détail les rapports de dimensions entre les noyaux et les cellules qui les contiennent.

Séance du 4 août.

R. de Saussure. Grandeurs fondamentales de la mécanique. — Th. Tommasina. Dosage de la radioactivité temporaire chez les corps. De la bioradioactivité.

M. René de Saussure reprend le sujet qu'il a traité en octobre 1903. L'auteur recherche quelles sont les trois grandeurs fondamentales de la mécanique; il remplace les grandeurs usuelles *temps*, *masse*, *espace* par les trois grandeurs *temps*, *effort* (musculaire), *espace*, qui correspondent

aux trois intuitions directes de notre esprit. La *force* en un point est alors le rapport de l'effort à la surface sur laquelle agit cet effort, et la *masse* en un point est le rapport d'un effort à l'angle solide 4π autour de ce point.

Cette théorie permet d'établir un parallélisme comple entre la cinématique et la statique et permet aussi de rendre *homogènes* toutes les équations de la mécanique[1].

M. Th. Tommasina fait une communication *sur le dosage de la radioactivité temporaire qu'on peut faire acquérir à tous les corps et son application thérapeutique.* Les récentes expériences de l'auteur[1] sur le pyrorayonnement et sur la radioactivité temporaire que des substances quelconques soumises à son action pendant quelque temps acquièrent. l'avaient amené à rechercher des dispositifs pour augmenter l'intensité du phénomène, non seulement dans le but de rendre plus facile sa production et son étude, mais encore pour pouvoir doser soit l'intensité soit la durée de la radioactivité acquise. Un tel dosage aurait certainement une importance, dit l'auteur, dans les cas d'une utilisation thérapeutique de cette radioactivité qu'on peut introduire dans l'organisme par les voies digestives, ou même par injection directement dans le sang.

Or, M. Tommasina vient de reconnaître que l'intensité et la durée du pouvoir actif sont proportionnelles à l'état de ionisation du milieu, lorsque cet état est provoqué par une émission de rayons X. Il suffit donc d'avoir tout le nécessaire pour la production des rayons de Röntgen pour pouvoir faire acquérir à une substance quelconque une radioactivité suffisamment intense qui peut durer plusieurs jours avant de disparaître complètement. Même les individus vivants peuvent être radioactivés; ainsi un jeune moineau a été maintenu en charge pendant plus de trois heures sans qu'il manifestât aucun dérangement ni crainte Un malade pourra donc être activé sur son lit; il suffira de placer ce dernier sur des supports isolants et le malade

[1] *Archives des sciences physiques et naturelles*, juin 1904.

en communication, par un dispositif approprié selon les cas, avec l'armature intérieure d'une bouteille de Leyde, dont l'armature extérieure est mise à la terre ainsi que le pôle positif de la bobine d'induction, tandis qu'entre le pôle négatif de la bobine et le bouton de l'armature intérieure éclatent de rapides décharges de 1 cm de longueur; c'est le dispositif de MM. Elster et Geitel. Ces physiciens ont découvert ce phénomène en 1901. Ce système est plus activant que la pyroradioactivité ; pour augmenter de beaucoup son action, M. Tommasina ionise davantage l'air en fermant le secondaire de la bobine sur un tube de Röntgen, et pour les charges de longue durée il remplace la corde humide utilisée par MM. Elster et Geitel, par un tube à vide peu résistant (mou).

MM. Elster et Geitel avaient déjà reconnu que des mauvais conducteurs, comme une corde, du papier, du feuillage fraîchement coupé, se montrent capables de prendre les propriétés radioactives; M. Tommasina vient de constater qu'avec un réticule métallique appliqué contre du papier paraffiné, on rend ce dernier radioactif bien qu'il soit un des meilleurs isolants. Ont été rendus ainsi radioactifs toute sorte de corps solides inorganiques ou organiques, tels que des fruits, des plantes, des animaux et des liquides, eau ordinaire, eau distillée et d'autres liquides quelconques.

L'on peut donc activer toute substance pharmaceutique d'usage interne ou externe, utilisée pour bandages, compresses, etc., ainsi que pour une diète spéciale les aliments solides et liquides, sans y introduire aucune trace des corps radioactifs connus.

M. Tommasina conclut que certainement on ne peut rien affirmer d'avance sur les vertus thérapeutiques de cette radioactivité, mais qu'il y a pourtant un fait établi, celui de la ionisation produite par toute radioactivité, qui semble indiquer l'existence d'une relation étroite entre ce phénomène et l'éléctrolyse qu'il paraît provoquer. Si la chose est ainsi, ceci ferait présumer une heureuse influence pour l'assimilation rapide et plus complète de

certains médicaments, comme par exemple le fer dans la cure de l'anémie. En outre la radioactivité qu'on vient de constater dans certaines eaux minérales pourra être accrue par le dispositif Tommasina, qui peut en donner à celles qui n'en possèdent que peu ou point; le pouvoir curatif qui semble en dépendre confirmerait les précédentes conclusions.

M. Th. Tommasina fait une deuxième communication *sur la constatation d'une radioactivité propre aux êtres vivants, végétaux et animaux*. Dans ses recherches pour mesurer la radioactivité acquise par les différents corps, l'auteur devait faire au préalable des observations électroscopiques aussi exactes que possible, pour reconnaître si le corps à activer n'avait pas déjà une activité propre ou acquise. C'est de cette façon qu'il a pu constater la radioactivité propre des végétaux (herbes, fruits, fleurs, et feuilles, tous fraîchement cueillis), tandis qu'entre les limites du degré de sensibilité de l'électroscope utilisé, tous les objets du laboratoire ainsi que les mêmes végétaux desséchés, n'en présentaient que des traces minimes ou plus rien. Ceci établi, M. Tommasina fit construire une cage en treillis métallique en forme de manchon, constituée par deux cylindres concentriques laissant un espace annulaire de 5 cent. entre eux. Les deux grilles cylindriques étaient fermées en haut et en bas par un disque en métal percé au milieu, pour permettre l'introduction libre du cylindre métallique isolé fixé sur l'électroscope sur lequel agit l'action dispersive. L'auteur n'a eu encore que le temps de reconnaître l'émission radioactive des oiseaux, mais comme celle-ci, de même que celle des végétaux, se présente avec la plus grande netteté, il ne semble y avoir de doutes possibles sur la généralité du phénomène.

Cette *bioradioactivité*, comme l'appelle l'auteur, semble avoir avec la vie une relation très étroite, car l'intensité de ce rayonnement se manifeste comme étant proportionnelle à l'intensité de l'énergie vitale ; en effet, elle est plus forte dans les adultes que dans les jeunes, dans les indi-

vidus en action que dans ceux au repos. Les oiseaux au repos émettent un rayonnement d'une intensité approximativement de même grandeur que celle des végétaux, tandis que les oiseaux qu'on a irrités sont beaucoup plus radioactifs. Cette découverte, conclut l'auteur, permet de préconiser l'emploi par les médecins de l'électroscope au même titre que celui du thermomètre.

Séance du 6 octobre.

Ed. Claparède. Stéréoscopie monoculaire paradoxale. — A. Brun. L'éruption du Vésuve de septembre 1904. — C. de Candolle. L'herbier de Gaspard Bauhin déterminé par A.-P. de Candolle.

M. Ed. Claparède signale la *stéréoscopie monoculaire paradoxale* qui se manifeste lorsqu'on regarde avec un seul œil une gravure, ou surtout une photographie représentant un paysage ou des objets disposés en perspective. L'image paraît être vue stéréocospiquement ; elle semble avoir de la profondeur. La perception du relief est surtout marquée pour les objets du premier plan, et elle est favorisée par la netteté du contour des lignes ainsi que par les jeux d'ombre et de lumière.

Il s'agit là d'une illusion facilement explicable : le dessin de la perspective évoque par association le sentiment de la profondeur, qui est si intimément lié à ses lignes fuyantes et à ses jeux de lumière. Reste à expliquer pourquoi cette illusion s'évanouit dès qu'on ouvre le second œil. Cette illusion ne subsiste pas, dans la vision binoculaire, parce que les différents objets du paysage photographié donnent pour chaque œil une image rétinienne semblable, ce qui est contraire à ce qui arriverait si le paysage était perçu en réalité (où chaque objet se peindrait sur des points *non correspondants* de la rétine). Dans la vision binoculaire de la photographie, cette similitude des images rétiniennes de chaque œil annihile donc les effets de l'illusion de la profondeur en favorisant au contraire l'impression de surface plane. Dans la vision monoculaire, cette

cause de correction faisant défaut, le champ est laissé libre au jeu de l'illusion.

Peut être faut-il encore voir une autre circonstance empêchant l'illusion dans les sensations de convergence des yeux. Dans la vision binoculaire, en effet, la sensation de surface plane est conditionnée par ce fait que, lorsqu'on promène le regard sur une photographie, l'angle de convergence reste le même quel que soit le point fixé. Dans la vision monoculaire, il est probable que cette convergence est moins précise et qu'elle varie légèrement suivant que l'on considère un objet du premier ou du dernier plan de la photographie. Ce facteur convergence a sans doute pour effet de contrarier l'illusion dans la vision binoculaire et de la favoriser plutôt dans la vision monoculaire.

M. A. Brun communique les observations qu'il a pu faire lors de *l'éruption du Vésuve de septembre 1904.*

Le 20 septembre, vers 4 heures de l'après-midi, le cratère commença à lancer quelques pierres. Le 21, les projections furent un peu plus fortes. Le 22 fut un jour paroxysmal. Les observations ont porté sur les points suivants :

1° *Le bruit.* L'on distingue très bien l'explosion claire et vibrante de l'inflammation de l'hydrogène ; lorsque l'inflammation a lieu un peu profondément dans la cheminée, le bruit est plus sourd.

Si l'observateur se trouve en haut du cône volcanique, les détonations sourdes semblent venir d'en bas, et d'un point sis à mi-hauteur, s'il se trouve au pied. Les explosions sont donc extra-superficielles.

Il y a en outre le bruit de la détente des gaz inertes, vent très violent, continu, faisant rafale et d'une sonorité particulière.

2° *Projections.* Les projections étaient, des lapillis anciens, de la lave fondue pâteuse et fumante, des cinérites anciennes et de formation nouvelle (ces cinérites nouvelles n'étant que la pulvérisation, par l'explosion, de la lave pâteuse) et des fumées sèches.

Parfois il s'échappait des jets brusques de gaz pur, visibles de jour, grâce à la différence des indices de réfraction du gaz chaud et de l'atmosphère ambiante.

3° *Fumées.* Les fumées sèches condensées sur les lapillis encore chauds, ont donné à l'analyse : du chlore, du sodium, du potassium en abondance et un peu moins d'aluminium et de calcium ; on sait que tous ces chlorures sont volatils (le chlorure de calcium se volatilise au four Perrot facilement, observation de M. Le Royer).

De même qu'au Stromboli, M. Brun n'a pas pu observer de flammes, pas plus que des nuages dus à la vapeur d'eau (petites fumerolles exceptées).

4° *Cratères adventifs.* Le 22, M. Brun découvrit dans le val d'Inferno, trois cratères adventifs, sis au pied du grand cône du Vésuve et alignés sur une droite, s'appuyant à l'ouest contre le Vésuve, à l'est contre la Somma. Le petit volcan ouest donnait de nombreuses explosions avec projections. Son cône avait le 25 septembre 52 à 60 pas de hauteur (comptés sur la pente) et la bouche, 33 pas de circuit. Il était calme ce jour-là.

Le cratère n° 2 avait trois fentes, il était en lave compacte ; des fentes s'échappait une fumée sèche avec un bruit strident des plus violents.

Le troisième donnait des petites projections et une coulée de lave qui s'échappait très vite d'une bouche pas très large. Le 25, la coulée était arrêtée, la bouche mesurée avait 2m80 à 3m20 de largeur, elle avait une forme demi-elliptique. La coulée marchait vers le nord-ouest. Tout le champ de lave du val d'Inferno recevait ce jour-là (le 22) un afflux des masses internes, un peu partout la lave ancienne se fendait et laissait couler des ruisseaux de lave chaude.

5° *Lave.* En observant avec soin la surface de la lave coulante, M. Brun a observé qu'elle pétillait, des bulles de gaz crevaient à la surface et laissaient échapper de la fumée.

Les surfaces unies laissaient aussi échapper de la fumée ; cela confirme que celles-ci sont dues à la simple distilla-

tion sèche de la roche qui laisse échapper ses alcalis et combinaisons les plus volatiles.

Il a été possible d'observer exactement un bloc de lave pâteuse rejeté, éclater dans l'espace.

Le 28 et le 29, l'éruption commença à se calmer.

M. C. de Candolle présente à la Société la publication qu'il vient de faire sous le titre : *L'herbier de Gaspard Bauhin déterminé par A.-P. de Candolle.*

L'herbier de Bauhin, conservé à Bâle, renferme les plantes décrites par ce grand botaniste dans son *Pinax theatri botanici*, publié en 1623. Dans cet ouvrage, chaque espèce est, selon l'usage du temps, définie au moyen d'une brève diagnose en latin.

Lorsque de Candolle entreprit, en 1818, la rédaction de son *Systema*, il se vit dans l'obligation de déterminer, conformément à la nomenclature de Linné, les plantes correspondant aux diagnoses de Bauhin. Il se rendit pour celà à Bâle, emportant avec lui un exemplaire du *Pinax*, et il y inscrivit en marge des diagnoses les noms linnéens des plantes correspondantes de l'herbier de Bauhin, qu'il avait sous les yeux. De Candolle n'eut malheureusement pas le temps d'effectuer ce travail pour toutes les plantes de Bauhin. Mais son exemplaire du Pinax ne renferme cependant pas moins de 1200 déterminations. Elles constituent un document de grande importance pour la synonymie botanique. Les botanistes qui en ont eu connaissance ont souvent exprimé le désir qu'il fût publié pour être mis à la portée de tous et pour que sa conservation fût mieux assurée. C'est pourquoi M. de Candolle s'est décidé à le faire paraître cette année dans le *Bulletin de l'herbier Boissier*. La série des déterminations y est précédée d'une notice, jusqu'ici inédite, dans laquelle leur auteur rend compte de son étude de l'herbier de Bauhin. En tête de la publication se trouve aussi la photographie d'un médaillon de A.-P. de Candolle par David d'Anger.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Otto Lehmann. Frick's physikalische Technik, 7te volkommen umgearbeitete und stark vermehrte Auflage, 1ter Band 1te Abteilung, mit 2003 Fig im Text., Braunschweig Vieweg u. Sohn 1904.

Le développement merveilleux de la technique moderne avec toutes ses exigences qui se multiplient à l'infini. l'abondance des découvertes qui se font journellement dans toutes les branches des sciences physiques et que l'industrie s'efforce d'exploiter aussitôt, compliquent singulièrement la tâche de l'ingénieur, qui doit se tenir continuellement au courant des progrès accomplis, sous peine d'être débordé, et du professeur chargé de la direction des travaux pratiques dans un laboratoire.

C'est pour répondre à ce besoin, qui ne date pas d'aujourd'hui, que Jos. Frick, professeur à Fribourg en Brisgau, publia il y a 50 ans son traité « de physique technique », qui acquit promptement une grande notoriété dans les milieux intéressés, et qu'il eut soin de tenir toujours à jour en en donnant quatre éditions successives. Repris après lui par Reichert, cet excellent ouvrage a brillamment maintenu son rang dans la bibliographie scientifique. Après un demi-siècle d'existence, il arrive, par les soins de M. Otto Lehmann, à sa 7e édition. Nous annonçons en effet ici l'apparition de la 1re partie du 1er tome de cette édition, formant un très beau volume de 632 pages, avec 2003 figures intercalées dans le texte et de l'exécution la plus soignée.

Ce volume a trait aux instruments, machines et installations que comportent un auditoire et un cabinet de phy-

sique, en vue de la reproduction de toutes les expériences les plus diverses, ainsi qu'un laboratoire pour exercices pratiques de physique. Ainsi rajeunie, l'œuvre de Frick rendra à l'avenir comme par le passé les plus grands services aux professeurs de physique expérimentale et aux directeurs de laboratoires.

— —

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St. von Kostanecki, V. Lampe et J. Tambor. Synthèse de la galangine.— F. Dobrzynski et St. von Kostanecki. Sur un isomère de la galangine (*Berichte der D. chem. Ges.*, t. 37, (1904) p. 2803 et 2806, Berne).

La galangine a été découverte par Jahns dans la racine de galanga ; cet auteur avait constaté que la galangine correspond à la formule $C^{15}H^{10}O^{5}$, qu'elle renferme trois hydroxyles et qu'elle donne par fusion avec la potasse de l'acide benzoïque, de l'acide oxalique et un phénol. L'un des auteurs et Herstein, en constatant dans des recherches précédentes la grande analogie que la galangine présente dans ses réactions avec la chrysine et avec la kæmpféride, étaient arrivés à la conclusion que le phénol dont il est question ci-dessus devait être de la phloroglucine et que le galangine devait être le 1-3 dioxyflavonol

O
OH — $CC^{6}H^{5}$
$C.OH$
OH CO

Cette supposition vient d'être vérifiée par la synthèse de la galangine qui a été opérée comme celle des autres oxyflavonols. Les auteurs ont transformé la 2′ oxy-4′6′ diméthoxychalkone en 1-3 diméthoxyflavanone puis celle-ci en dérivé isonitrosé qui a fourni le 1-3 diméthoxyflavonol. Celui-ci enfin par déméthylation a donné la galangine qui

a été identifiée avec la matière colorante végétale. Elle se fixe sur mordant d'alumine en une jolie nuance jaune, pas très intense : son point de fusion est à 217-218°.

Un isomère de la galangine, le 3-4 dioxyflavonol

OH O
OH CC⁶H⁵
COH
CO

a été préparé par la même méthode en partant de la 2′ oxy-3′4′ diméthoxychalkone. Le 3-4 dioxyflavonol est facilement soluble dans les alcalis en jaune rouge ; il se fixe d'une manière intense sur les mordants métalliques et donne avec l'alumine une nuance jaune orange. Son point de fusion est à 249°.

R. GNEHM et F. KAUFLER. SUR LE BLEU PUR IMMÉDIAT (*Berichte der D. chem. Ges.* 37, 1904, 3032, Zurich).

Les auteurs ont décrit précédemment (voir *Archives des Sc. phys. et nat.*, t. XVIII, p. 304) un composé obtenu par bromuration du bleu pur immédiat qu'ils avaient considéré comme une *tetrabromdiméthylamidothiazone*. Ils ont depuis réussi à préparer ce même composé par bromuration du violet de méthylène ; l'identification des produits obtenus de deux manières différentes a été faite au moyen de l'examen spectroscopique de leurs solutions dans divers véhicules. La constitution du dérivé du bleu immédiat, qui avait fait le sujet de la première communication des auteurs, est donc bien établie.

St. VON KOSTANECKI et V. LAMPE. SECONDE SYNTHÈSE DE LA CHRYSINE (*Berichte der D. chem. Ges.*, 37, 1904, 3167, Berne).

Cette nouvelle synthèse consiste à transformer la 1. 3 diméthoxyflavanone (I) par l'action du brome en 2. 4. α

tribrom-1. 3. diméthoxyflavanone (II), puis à traiter celle-ci par la potasse alcoolique, ce qui fournit la 2. 4-dibrom-1. 3-diméthoxyflavanone; celle-ci enfin donne par ébullition avec l'acide iodhydrique par élimination du brome et déméthylation la chrysine ou 1. 3-dioxyflavone (IV)

O
CH^3O — $CH.C^6H^5$
CH^2
CH^3O CO
I

Br O
CH^3O — CHC^6H^5
Br — CHBr
CH^3O CO
II

Br O
CH^3O — CC^6H^5
Br — CH
CH^3O CO
III

O
HO — CC^6H^5
CH
OH CO
IV

A. Katschalowsky et St. von Kostanecki. Sur les flavindogénides (*Berichte der D. chem. Ges.*, 37, 1904, 3169, Berne).

Le groupe méthylénique renfermé dans les flavanones

O
CH—
CH^2
CO

possède, à cause du voisinage du carbonyle les mêmes caractères, au point de vue des réactions, que dans les autres cétones cycliques, comme en particulier dans le pseudoindoxyle, la coumaranone, l'indanone et l'indandione. On a déjà montré que l'on peut facilement substituer par le brome un atome d'hydrogène de ce groupe, et en outre qu'il réagit avec l'acide nitreux pour donner des iso-nitrosoflavanones. Les recherches actuelles des auteurs montrent en outre que les deux atomes d'hydrogène du

groupe méthylénique peuvent être remplacés par des restes aldéhydiques pour donner naissance à des composés semblables aux indogénides, oxindogénides, etc., et que les auteurs désignent sous le nom de *flavindogénides;* ces composés dérivent du noyau suivant :

```
        O
   \  /   \ CH—<
    |       |
    |       |
   /  \   / C : CH—<
        CO
```

Les substances qu'ils décrivent ont été obtenues en saturant par de l'acide chlorhydrique gazeux une solution alcoolique bouillante et équimoléculaire d'une flavanone et d'une aldéhyde et abandonnant quelques heures le mélange. Le produit de la réaction a été ensuite précipité par l'eau et purifié par cristallisation dans l'alcool. Les flavindogénides donnent avec l'acide sulfurique concentré des colorations analogues à celles que donnent les matières colorantes renfermant le chromophore complexe CO.C = C.

BOTANIQUE

A. Pfæhler. Etude biologique et morphologique sur la dissémination des spores chez les mousses (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, vol. XL, 1904, p. 41-132 et pl. VI-XIV).

M. le Dr Pfæhler a examiné des espèces appartenant à toutes les familles des mousses stégocarpes au point de vue des conditions dans lesquelles se fait l'émission de leurs spores. Il étudie successivement pour chacune d'elles, le rôle et l'utilité biologique des différentes parties du sporogone. D'une façon générale, ses résultats confirment en les complétant par des observations nouvelles, les opinions émises par Hutton, Gœbel, Garjeanne, etc., sur l'émission ralentie des spores et sur leur protection contre l'eau. L'émission se fait toujours après la pluie, sauf chez certains genres de la famille des Pottiacées, où elle a lieu principalement par la pluie.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

D'OCTOBRE 1904

Le 1er, forte rosée le matin.
2, très forte rosée le matin.
3, brouillard le matin.
4, très forte rosée le matin.
5, très forte rosée le matin.
6, pluie à 7 h. du matin; fort vent à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.
7, pluie à 10 h. du matin, à 1 h. et à 4 h. du soir; fort vent à 4 h. du soir.
8, pluie dans la nuit; fort vent à 7 h. du matin.
9, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin; grésil à 11 h.; neige jusqu'au pied des montagnes environnantes; forte bise dans l'après-midi.
10, très forte bise pendant toute la journée.
11, très forte bise jusqu'à 4 h. du soir; pluie à 4 h. et à 7 h. du soir.
12, pluie dans la nuit.
13, forte bise à 1 h. du soir.
14, très forte rosée le matin et le soir; brouillard le matin.
15, léger brouillard le matin.
16, très forte rosée le matin; pluie à 9 h. du soir.
17, pluie dans la nuit; brouillard le matin.
18, très forte rosée le matin et le soir; couronne lunaire.
19, très forte rosée le matin.
20, forte rosée le soir.
21, brouillard le matin et le soir.
22, brouillard pendant tout le jour.
23, pluie à 7 et à 10 h. du matin.
24, brouillard le matin et le soir; pluie dans la nuit, à 7 h. et à 10 h. du matin.
25, brouillard le matin, rosée le soir.
26, brouillard le matin.
27, très forte bise pendant toute la journée.
28, très forte bise pendant toute la journée.
30, pluie depuis 9 h. du soir.
31, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 4 h. du soir.

GENÈVE — OCTOBRE 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	29.1	28.5	29.0	28.69	+ 1.83	27.9	29.6	NE. 0	NNE. 1	S. 0	NNE. 1	3.1	9	0	1	4	8.4	....	....
2	29.1	27.4	27.0	27.80	+ 0.97	26.4	29.1	S. 1	N. 1	N. 1	N. 1	3.6	6	3	0	3	5.9	....	....
3	27.9	28.1	28.7	27.91	+ 1.12	26.9	28.9	S. 0	N. 1	N. 0	N. 1	2.1	10	1	0	3	6.3	....	....
4	29.5	29.3	30.5	29.52	+ 2.76	28.9	30.5	NNE. 1	NNE. 1	NE. 1	NNE. 1	3.6	10	5	1	7	5.6	....	....
5	30.0	28.5	28.1	29.02	+ 2.29	27.2	30.1	S. 0	N. 1	S. 0	N. 1	3.6	10	4	8	7	5.6	0.6	1
6	25.4	24.2	25.2	25.18	− 1.51	24.2	27.0	SSW. 1	SW. 2	SSW. 1	SSW. 1	10.5	10	10	10	10	....	....	....
7	22.3	18.8	25.0	**22.33**	− **4.32**	**17.8**	24.8	WNW. 1	SSW. 1	WSW. 1	SSW. 1	11.9	10	10	6	9	....	**11.0**	6
8	26.1	27.0	28.4	26.91	+ 0.28	26.0	28.6	SSW. 2	NNW. 1	WNW. 1	NNE. 1	9.4	10	10	5	10	....	1.8	2
9	29.7	30.5	31.1	30.09	+ 3.49	28.6	31.1	NNE. 1	ESE. 1	NNE. 3	NNE. 2	11.1	8	10	1	7	1.4	0.6	....
10	30.0	29.3	28.1	29.54	+ 2.97	27.4	30.9	NNE. 3	NNE. 4	NNE. 4	NNE. 3	**33.4**	7	10	10	9	0.3	....	....
11	25.6	25.7	27.7	26.43	− 0.11	25.4	27.7	NNE. 4	NNE. 2	NE. 0	NNE. 2	20.9	9	10	10	10	....	3.3	5
12	29.3	30.9	33.6	30.63	+ 4.12	27.9	33.8	S. 0	S. 0	NE. 0	var.	3.1	10	10	10	10	....	....	....
13	34.3	33.3	32.1	33.38	+ 6.90	31.5	34.5	NE. 1	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	10.9	7	7	7	5	6.7	....	....
14	29.7	27.3	26.2	28.16	+ 1.71	25.8	31.6	S. 0	N. 1	S. 0	var.	2.5	10	7	0	5	3.0	....	....
15	26.1	25.5	27.1	26.69	− 0.33	24.9	27.4	S. 1	SW. 0	S. 1	var.	3.3	9	2	1	2	7.4	....	....
16	29.0	28.5	30.9	29.15	+ 2.75	27.6	31.3	S. 1	N. 0	SW. 0	var.	2.9	6	10	10	9	0.3	2.0	2
17	33.1	33.1	34.7	32.87	+ 6.50	31.5	34.7	S. 0	N. 1	S. 1	var.	2.1	10	8	7	8	1.8	....	....
18	34.9	34.3	35.4	34.68	+ 8.33	33.5	35.4	S. 0	N. 0	S. 0	calme	1.5	6	5	1	4	7.7	....	....
19	36.0	35.5	36.7	**35.75**	+ **9.42**	34.7	**36.7**	S. 0	NNE. 1	N. 1	NNE. 1	4.6	7	7	10	7	3.5	....	....
20	35.7	34.6	33.0	34.70	+ 8.39	32.9	36.2	N. 1	N. 1	S. 0	N. 1	3.2	10	9	1	5	2.1	....	....
21	30.6	29.3	27.9	29.77	+ 3.48	27.5	32.5	S. 0	W. 0	SW. 0	calme	1.5	10	10	10	9	....	0.1	....
22	26.0	25.5	26.0	25.82	− 0.45	24.9	27.3	E. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2.5	10	10	10	10	....	1.1	1
23	25.4	25.5	27.2	25.86	− 0.39	25.2	27.2	N. 1	NE. 0	S. 0	calme	0.9	10	10	10	10	....	2.5	5
24	28.5	29.5	31.8	29.17	+ 2.93	27.2	31.5	NE. 0	NE. 0	NE. 1	calme	1.1	10	10	10	7	0.7	0.2	....
25	31.9	31.4	32.8	31.83	+ 5.61	31.0	33.0	NE. 0	N. 1	S. 0	calme	1.3	10	4	0	6	2.4	0.4	....
26	32.5	32.2	31.2	31.99	+ 5.78	30.9	32.8	S. 0	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	3.2	7	10	10	8	3.3	....	....
27	30.4	28.5	28.4	29.23	+ 3.03	27.6	30.4	N. 2	NNE. 4	NNE. 2	NNE. 2	18.9	3	2	1	3	**9.2**	....	....
28	27.2	26.4	25.4	26.64	+ 0.46	25.1	28.5	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	16.7	10	4	10	7	5.2	....	....
29	25.2	25.7	26.4	25.60	− 0.57	25.1	26.5	NE. 1	N. 1	NE. 1	NE. 1	10.0	10	3	6	6	3.6	....	....
30	27.1	27.2	28.7	27.26	+ 1.09	26.0	28.9	SSW. 1	N. 1	SSW. 1	calme	1.7	10	10	10	10	....	2.0	**7**
31	28.5	28.4	29.4	28.67	+ 2.51	28.1	29.7	S. 0	NW. 1	S. 0	calme	0.5	10	7	10	9	0.5	2.0	3
Mois	29.24	28.70	29.47	29.05	+ 2.54							6.73	8.8	7.0	6.0	7.1	93.9	27.6	32

Jour du Mois	Température							Fraction de Saturation en %							Tempér. du Rhône		Limnimètre.
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Midi	Ecart avec la normale	
	°	°	°	°	°	°	°									°	mm.
1	+ 9.3	+11.8	+10.0	+11.79	− 0.62	+ 8.0	+16.5	93	66	95	82	+ 1	66	95	15.3	− 0.4	1680
2	7.5	17.6	11.3	11.55	− 0.79	6.4	18.3	99	65	95	88	+ 7	65	99	....	.....	1665
3	7.9	15.9	12.7	11.84	− 0.24	6.8	17.6	100	76	88	88	+ 7	73	100	15.3	− 0.1	1640
4	12.1	15.4	12.6	13.19	+ 1.28	9.8	17.5	86	70	88	82	+ 1	66	99	15.6	+ 0.3	1670
5	9.4	16.9	11.7	12.39	+ 0.65	8.0	**19,5**	95	63	83	81	0	62	96	11.5	− 0 7	1667
6	12.3	17.0	15.0	**14.44**	+ 2.87	11.0	17.7	86	70	81	76	− 5	63	86	15.0	− 0.1	1620
7	14.3	14.3	10.0	13.33	+ 1.93	8.8	17.5	77	99	95	81	0	74	95	14.7	− 0.3	1645
8	8.1	11.1	6.0	8.36	− 2.87	5.2	13.0	78	61	65	72	−10	61	82	14.3	− 0.5	1645
9	4.9	6.7	5.6	**5.64**	− **5.41**	3.2	7.9	70	66	65	**66**	**−16**	**48**	90	....	.....	1715
10	1.0	7.6	7.9	6 31	− 1.57	3.8	9.0	70	61	71	69	−13	61	75	8.8	− 5.7	1715
11	7.6	8.4	4.7	6.62	− 4.09	4.7	9.0	70	67	100	80	− 2	66	100	8.5	− 6.0	1705
12	5.1	11.1	8.2	7.20	− 3.33	4.8	12.0	97	73	82	88	+ 6	73	97	8.2	− 6.1	1700
13	7.4	11.3	9.0	9.24	− 1.12	7.0	12.5	80	61	81	74	− 8	61	88	12.2	− 2.0	1680
14	5.1	9.9	5.0	6.91	− 3.27	3.5	12.0	98	74	96	86	+ 4	74	98	12.0	− 2.1	1695
15	4.4	16.3	9.0	9.35	− 0.65	3.2	17.5	97	59	81	80	− 2	56	97	12.3	− 1.6	1682
16	4.3	12.9	9.3	8.43	− 1.40	2.9	14.0	96	72	92	87	+ 5	72	96	....	.....	1675
17	2.8	13.1	8.6	8.32	− 1.33	**2.5**	14.0	100	66	86	88	+ 6	66	100	11.8	− 1.9	1670
18	5.2	13.9	10.0	10.29	+ 0.82	4.9	17.5	97	71	86	84	+ 1	61	99	12.1	− 1.5	1660
19	8.9	16.3	12.9	11.71	+ 2.42	6.0	17.2	70	73	94	85	+ 2	70	98	12 3	− 1.1	1690
20	12.5	11.3	9.1	12.34	+ **3.23**	7.9	15.0	92	75	96	89	+ 6	75	97	12.5	− 0.8	1685
21	8.4	12.1	10.7	10.01	+ 1.11	7.0	13.7	100	86	95	95	+12	86	100	11.6	− 1.6	1695
22	8.1	9.9	9.6	9.28	+ 0.53	8.0	11.0	100	89	98	**96**	**+13**	89	100	11.4	− 1.6	1695
23	8.9	10.6	10.6	9.99	+ 1 42	8.8	11.7	85	97	96	94	+11	85	98	....	.....	1695
24	10.4	12.8	10.0	11.35	+ 2.96	9.8	14.0	97	86	100	94	+11	86	100	12.8	+ 0.1	1687
25	8.8	15.2	10.0	10.81	+ 2.60	8.6	16.4	100	78	94	95	+12	78	100	12.5	− 0.1	1675
26	3.4	13.5	12.5	9.79	+ 1.75	3.0	14.0	100	66	55	79	− 4	55	100	12.4	− 0.1	1665
27	10.1	13.2	8.8	10.43	+ 2.57	7.0	14.0	83	63	84	79	− 4	63	95	11.2	− 1.1	1665
28	5.8	8.6	7.0	7.61	− 0.07	5.6	10.3	82	64	83	72	−11	61	83	11.0	− 1.2	1675
29	5.8	8.7	11.6	7.75	+ 0.25	5.0	12.2	76	63	77	72	−11	62	86	10.6	− 1.5	1680
30	6.0	8.6	6.8	6.85	− 0.47	4.4	9.0	90	81	92	89	+ 6	81	97	....	.....	1645
31	6.0	10.8	9.0	8.71	+ 1.57	5.9	12.7	97	76	96	87	+ 4	72	99	10.5	− 1.3	1595
Mois	+ 7.58	+12.55	+ 9.52	+ 9 74	− 0.14	+ 6.18	+14.01	89	72	87	83	0			12.28	− 1.70	1673

MOYENNES DE GENÈVE. — OCTOBRE 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	27.93	27.73	27.93	27.98	27.17	26.94	27.78	28.15	27.70
2e »	31.24	30.98	31.36	31.49	30.87	30.47	31.35	31.71	31.18
3e »	28.48	28.16	28.49	28.71	28.13	27.74	28.24	28.67	28.35
Mois	29.19	29.00	29.24	29.37	28.70	28.36	29.09	29.48	29.05

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 8.85	+ 8.66	+ 9.01	+11.64	+13.73	+13.42	+11.71	+10.04	+10.88
2e »	6.97	6.10	6.33	10.30	12.75	12.05	9.58	8.25	9.04
3e »	8.10	7.70	7.43	9.71	11.30	11.08	10.00	9.30	9.33
Mois	+ 7.98	+ 7.49	+ 7.58	+10.52	+12.55	+12.15	+10.42	+ 9.20	+ 9.74

Fraction de saturation en %.

1re décade	87	86	85	77	69	69	75	80	78
2e »	89	91	90	83	69	76	87	89	84
3e »	92	93	92	85	77	80	86	88	87
Mois	89	90	89	82	72	75	83	86	83

Dans ce mois l'air a été calme 366 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{124}{23} = 5.39$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 17°.5 E.
Son intensité est égale à 50.2 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		729.14
Nébulosité		7.3
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+ 9°.88
	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$	+ 9°.79
Fraction de saturation		83 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	726.51
Nébulosité	(1847-1875).	6.9
Hauteur de pluie	(1826-1875).	101mm.0
Nombre de jours de pluie.	(id.).	12
Température moyenne	(id.).	+ 9°.88
Fraction de saturat.	(1849-1875).	83 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	37.9	46.7	36.3	35.3	54.5	56.5	41.3

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	36.1	27.6	30.7	24.9	30.0	34.1

Durée totale de l'insolation à Jussy : 95h.8.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

D'OCTOBRE 1904

Le 1er et le 2, fort vent,
5, brouillard à 1 h. du soir.
6, fort vent dans la journée, très forte bise le soir
7, pluie et neige dans l'après-midi.
8, très forte bise ; neige.
9, très forte bise.
11, très forte bise et neige.
23, fort vent et neige.
26 et 27, très forte bise.
28, grande sécheresse de l'air, fraction de saturation : 11 % à 11 h. du matin.
29, neige.
30 et 31, très fort vent, brouillard et neige.

Dans la nuit du 30 au 31, le lac a entièrement gelé.

GRAND SAINT-BERNARD — OCTOBRE 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	68.3	67.9	68.6	68.3	+ 2.4	67.7	68.7	SW. 1	SW. 3	SW. 2	SW. 2	0	4	1	2	....	....
2	68.1	68.1	67.9	68.0	+ 2.2	67.6	68.3	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	3	5	10	6	....	....
3	67.3	68.0	68.7	68.0	+ 2.3	67.1	68.9	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
4	68.5	68.7	69.2	68.8	+ 3.2	68.3	69.3	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	2	2	0	1	....	....
5	67.9	67.0	67.3	67.4	+ 1.9	66.8	68.0	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	10	5	5	....	....
6	65.2	64.3	64.0	64.5	− 0.9	63.9	65.5	SW. 1	SW. 2	NE. 3	SW. 2	8	10	10	9	....	....
7	63.3	61.7	60.8	61.9	− 3.4	60.7	63.7	NE. 1	SW. 2	NE. 2	NE. 2	5	10	10	8	18.3	....
8	60.8	60.9	59.6	**60.4**	− **4.8**	**59.4**	61.0	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	10	10	10	9.8	7
9	60.6	61.5	61.2	61.1	− 4.0	60.3	61.8	NE. 3	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	4	10	8	....	....
10	62.3	63.2	62.7	62.7	− 2.4	62.1	63.4	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
11	60.7	61.1	62.4	61.4	− 3.6	60.5	62.5	NE. 2	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	11.5	12
12	64.5	64.9	68.2	65.9	+ 1.0	63.5	68.9	SW. 2	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	6	0	5	....	....
13	69.3	69.6	•69.0	69.3	+ 1.5	68.9	69.8	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	1	0	....	....
14	66.3	64.8	64.3	65.1	+ 0.4	64.1	67.2	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	4	2	10	5	....	....
15	63.7	64.3	65.5	64.5	− 0.1	63.5	65.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
16	65.9	66.5	67.3	66.6	+ 2.1	65.8	67.6	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	7	10	6	....	....
17	68.3	69.3	70.8	69.5	+ 5.1	68.0	71.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE 1	0	1	2	1	....	....
18	72.9	73.5	74.3	73.6	+ 9.2	71.4	74.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	1	0	1	....	....
19	74.0	74.8	75.4	**74.7**	+ **10.4**	73.9	**75.6**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
20	74.8	73.9	72.7	73.8	+ 9.6	72.5	75.0	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	2	4	2	3	....	....
21	70.3	69.5	68.2	69.3	+ 5.2	68.0	71.5	NE. 1	NE. 1	NE 1	NE. 1	4	4	3	4	....	....
22	66.3	66.4	66.2	66.3	+ 2.3	66.0	66.5	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	1	1	2	1	....	....
23	65.9	65.7	66.7	66.1	+ 2.1	65.7	67.0	SW. 3	SW. 2	SW. 1	SW. 2	7	10	5	7	5.0	1
24	67.5	68.6	70.2	68.8	+ 4.9	67.0	70.5	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	2	1	4	2	....	....
25	70.1	70.0	70.0	70.0	+ 6.2	69.8	70.3	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	5	10	8	....	....
26	69.1	68.3	66.7	68.0	+ 4.3	66.5	70.0	NE. 1	NE. 2	NE. 4	NE. 2	1	2	10	4	....	....
27	65.6	65.6	65.5	65.6	+ 1.9	65.3	65.8	NE. 4	NE. 3	NE. 2	NE. 3	10	10	0	7	....	....
28	64.1	62.2	61.0	62.4	− 1.2	60.8	64.5	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	0	6	2	....	....
29	61.8	62.6	64.6	63.0	− 0.5	61.5	64.8	NE. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	10	10	9	**25.8**	**28**
30	65.2	65.4	65.8	65.5	+ 2.1	65.0	66.0	SW. 2	SW. 1	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	6.5	2
31	66.3	66.7	67.3	66.8	+ 3.4	66.0	67.5	SW. 2	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	3.5	2
Mois	66.61	66.61	66.84	66.69	+ 2.09							3.7	4.9	5.2	4.6	83.4	55

GRAND SAINT-BERNARD — OCTOBRE 1904

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	− 0.6	+ 4.0	+ 1.8	+ 1.7	+ 0.2	− 2.1	+ 4.5	56	57	63	59	50	75
2	+ 1.6	4.6	2.0	2.7	+ 1.3	+ 0.5	5.5	63	76	85	75	55	90
3	2.2	6.6	3.2	4.0	+ 2.8	0.4	7.4	34	52	70	52	30	75
4	3.0	7.5	2.9	4.5	+ 3.4	+ 2.7	8.2	36	35	65	45	30	80
5	1.0	2.1	2.6	1.9	+ 1.0	0.0	3.2	74	77	36	62	32	80
6	2.6	5.6	+ 2.1	3.4	+ 2.6	+ 1.4	5.7	73	74	89	79	70	**95**
7	+ 3.2	+ 3.2	− 2.0	+ 1.5	+ 0.9	− 2.0	+ 4.9	67	85	89	80	48	91
8	− 5.4	− 4.2	− 7.3	− 5.6	− 6.1	− 7.4	− 2.0	85	87	86	86	80	92
9	−10.0	− 6.7	−10.7	− **9.1**	− **9.4**	−11.2	− 6.7	86	87	83	85	68	90
10	−12.1	− 5.0	− 7.0	− 8.0	− 8.2	**−12.8**	− 3.0	82	56	73	70	50	85
11	− 5.2	− 0.9	− 3.6	− 3.2	− 3.2	− 8.2	− 0.3	75	67	82	75	60	90
12	− 3.9	+ 0.5	− 4.4	− 2.6	− 2.5	− 4.4	+ 0.7	84	69	74	76	62	88
13	− 2.6	0.7	− 1.8	− 1.2	− 0.9	− 4.3	1.2	62	68	70	67	55	77
14	− 4.0	0.4	− 2.4	− 2.0	− 1.6	− 4.7	3.4	71	71	86	76	54	93
15	− 3.6	2.0	− 2.0	− 1.2	− 0.6	− 3.8	3.8	65	53	70	63	48	83
16	− 3.0	1.1	− 2.2	− 1.4	− 0.7	− 3.5	1.2	67	67	90	75	65	93
17	− 2.1	1.3	− 0.7	− 0.5	+ 0.4	− 4.0	1.7	80	66	68	71	43	85
18	+ 0.6	4.8	+ 3.1	+ 2.8	+ 3.9	− 1.0	5.0	57	61	71	63	42	75
19	5.6	8.9	7.6	**7.4**	+ **8.6**	+ 3.3	**9.7**	58	38	35	44	29	74
20	5.8	9.6	5.3	6.9	+ 8.3	4.8	9.6	24	27	26	**26**	22	50
21	5.1	7.8	4.1	5.7	+ 7.2	3.6	7.9	26	31	36	31	21	53
22	2.6	7.0	3.0	4.2	+ 5.9	+ 2.6	7.6	41	40	53	45	39	65
23	1.3	0.2	0.1	0.5	+ 2.3	0.0	3.4	71	90	90	84	65	93
24	0.6	3.4	2.1	2.0	+ 4.0	− 0.5	4.5	80	73	80	78	70	94
25	1.1	4.3	+ 0.1	1.8	+ 3.9	− 1.7	4.5	86	76	91	84	58	93
26	+ 0.2	+ 1.5	− 1.0	+ 0.2	+ 2.5	− 2.7	1.5	51	74	91	72	49	92
27	− 0.9	0.0	0.0	− 0.3	+ 2.1	− 1.8	2.2	91	92	20	68	16	93
28	+ 0.3	+ 2.5	− 4.4	− 0.5	+ 2.1	− 4.5	+ 3.0	21	25	81	42	**11**	90
29	− 6.3	− 4.0	− 3.4	− 4.6	− 1.9	− 6.7	− 3.1	67	85	85	79	59	91
30	− 2.1	− 1.6	− 1.6	− 1.8	+ 2.1	− 3.6	− 1.5	87	88	88	88	85	90
31	− 1.7	− 0.8	− 1.1	− 1.2	+ 1.8	− 1.9	− 0.3	88	88	90	**89**	85	91
Mois	− 0.86	+ 2.14	− 0.50	+ 0.26	+ 0.74	− 2.37	+ 3.01	65	66	71	67		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + | **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	65.23	65.13	65.00	65.11	66	69	74	69
2e »	68.04	68.27	68.99	68.44	64	59	67	64
3e »	66.56	66.45	66.56	66.53	65	69	73	69
Mois	66.61	66.61	66.84	66.69	65	66	71	67

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	− 1.45	+ 1.77	− 1.24	− 0.31	− 0.54
2e »	− 1.24	+ 2.84	− 0.11	+ 0.50	+ 0.35
3e »	+ 0.02	+ 1.85	− 0.19	+ 0.55	+ 0.37
Mois	− 0.86	+ 2.14	− 0.50	+ 0.26	+ 0.07

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{91}{61} = 1.49$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 32.2 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	43.5	43.2	54.3	83.4
Neige en centimètres....	0cm	2cm	7cm	55cm

ETUDE

SUR LE

POINT DE FUSION DES MINÉRAUX

IIe MÉMOIRE

PAR

A. BRUN

Licencié ès-sciences

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève le 1er décembre 1904.

Le premier mémoire relatif à ces questions a été publié sous le même titre, dans les *Archives des Sc. phys. et nat.*, tome XIII, 4e série, avril 1902.

L'importance des feldspaths en pétrographie est si grande, que mon désir était de soumettre à un contrôle, les résultats que j'avais publiés en 1902.

Cela était d'autant plus nécessaire, que des travaux parus récemment, ont utilisé des données qui ne cadrent pas avec les miennes, et contre lesquelles je n'ai cessé de protester.

M. Dœlter[1] à Graz et M. H. L. Vogt[2] à Christiana ont adopté des températures, pour le point de fusion des

[1] Dœlter, dans *Tshermak's Mittheilungen*, 22, 1903.

[2] H.-L. Vogt, Die Silikatschmelzlösungen. Uber die Mineralbildung I. Christiania, 1903 et II 1904.

minéraux, beaucoup plus basses que les miennes, et j'avais à cœur de trouver la raison de ces différences.

Les écarts étaient si considérables que malgré les remarques que m'avaient adressées MM. Vogt et Dœlter, je persistais dans la conviction, confirmée du reste par mes expériences nouvelles, que mes chiffres qui se rapportaient aux cristaux, étaient exacts.

Si les points de fusion, pris en eux-mêmes, n'ont pas d'intérêt particulier, pris dans leur ensemble et comparés, ils deviennent un puissant moyen de pénétration dans la connaissance de la genèse des roches éruptives.

Les récents travaux de M. Vogt sont là pour le montrer. Il importe donc de déterminer ces températures aussi exactement que possible, afin de posséder une base expérimentale sûre et inattaquable.

Nouvelle méthode expérimentale.

Les résultats publiés dans mon premier mémoire étaient basés sur la comparaison du point de fusion du cristal avec celui des montres fusibles de Seger[1], méthode aussi indiquée par Lauth et Vogt[2].

Ces montres sont réglées à l'aide de la pile thermo-électrique. Or, le premier principe de la critique scientifique, est de chercher à contrôler une valeur, par une méthode, aussi différente que possible, de celle qui a servi à l'obtenir.

[1] Seger. *Thonindustrie Zeitung*, 1885, p. 121, et 1886, p. 135 et 229.

[2] Lauth et Vogt, Mesures pyrométriques. *Bull. Soc. de chim.*, t. XLVI, 1886.

Lechatelier et Boudouart, Mesures des températures élevées. Paris, 1900.

Il s'en suivait, qu'à moins de commettre une grave erreur de logique et une pétition de principes, l'emploi de la pile thermo-électrique m'était interdit.

J'adoptai alors la *méthode calorimétrique.*

Les avantages, pour le cas qui nous occupe, en sont assez grands. Elle se contrôle par elle-même.

Pour une même température, des poids de substances dans le rapport $\frac{m}{n}$, donneront un nombre de calories aussi dans le rapport $\frac{m}{n}$. Les calories sont additives, ce que ne sont pas les degrés de température.

Mais elle est longue, pénible, et nécessite un grand poids des minéraux à étudier.

Voici comment j'en ai réalisé l'exécution pour les silicates :

Le calorimètre était à enveloppe d'eau, les thermomètres donnaient $^1/_{100}$ de degré.

Le four avait un moufle de zircon dans lequel était placé le creuset. Les précautions étaient prises pour obtenir un chauffage régulier et égal en tous points.

Equations et mode opératoire.

Le platine m'a servi de pyromètre.

Grâce aux travaux de M. Violle, sa chaleur spécifique est bien connue en $f(t)$. Le point de fusion de ce métal a été fixé par ce savant à 1779°.

Si l'on jette dans le calorimètre un complexe de platine et d'un minéral, chauffés à la température de fusion T_f du cristal, les quantités de calories fournies

sont représentées par les équations suivantes, exprimées en kilogramme degré.

$$Q_1 = M_1 c' (T_f - \Theta_1) + Pt_1 c (T_f - \Theta_1)$$
$$Q_2 = M_2 c' (T_f - \Theta_2) + Pt_2 c (T_f - \Theta_2)$$
$$Q_3 = M_3 - - - - - - - - -$$

dans lesquelles M_1 M_2 M_3 représentent les poids du minéral, c' sa chaleur spécifique à l'instant considéré Pt_1 Pt_2 les poids du platine, c sa chaleur spécifique à la température T_f, et θ_1 θ_2 θ_3 les températures finales du calorimètre.

L'on voit immédiatement que si $M_1 = M_2$ une simple soustraction donnera l'exès de calories dues à un certain poids de platine seul d'ou T_f se calculera facilement.

Comme contrôle, on prendra $M_1 < M_2$, on calculera alors le rapport $\frac{c'}{c}$, réduira tout le minéral en son équivalent thermique en platine et déduira T par l'une quelconque des équations. Il faudra donc deux expériences au moins pour déterminer le point de fusion. On s'arrange expérimentalement que Θ_1 soit égal ou diffère très peu de Θ_2.

Remarques sur la valeur de $\frac{c'}{c}$

Il ne faudrait pas se servir de cette valeur pour déterminer la chaleur spécifique du silicate. En effet, au moment où le silicate est fondu, il devient colloïde, et la capacité calorifique appartient au verre et non plus à la particule cristalline. De plus, mes expériences actuelles prouvent que le verre fond à une température bien plus basse que le cristal : il y a donc une chaleur latente de fusion appartenant au colloïde.

Cette valeur $\frac{c'}{c}$ est très utile dans le calcul, parce que elle élimine le minéral pour ne laisser que le platine et elle ne représente que le nombre de calories contenues dans le silicade à l'instant de sa transformation de cristal en colloïde. Il ne faut pas demander plus.

Dans l'expérience qui donne Q_1 je posais sur le cristal une baguette de platine placée verticalement : lorsqu'elle s'enfonçait dans la masse, je considérais le cristal comme détruit et le point de fusion atteint.

Dans l'expérience qui donne Q_2, la baguette de platine était remplacée par une masse de 105 grammes. En s'enfonçant dans le magma, elle en prenait rigoureusement la température, et à cet instant, le tout était jeté dans le calorimètre.

Il faut remarquer que tant que le réseau cristallin n'est pas détruit, le cristal supporte la masse de platine sans effort ; au moment où le cristal est démoli, il y a un effondrement des molécules, la masse de platine s'enfonce brusquement.

Tant que le réseau existe, la masse de platine, ni ne se marque, ni ne s'incruste, ni ne modifie la forme du cristal.

On peut donc déterminer ainsi les températures auxquelles, à coup sûr, le cristal n'est pas détruit ; en vérifiant optiquement si sa biréfringence a disparu ou non, si les clivages persistent, etc, etc...

Résultats.

Le travail exécuté par cette méthode, m'a amené à étudier le minéral d'une façon plus complète et à faire les distinctions essentielles suivantes, que je n'avais pas

pu faire lors de mon premier travail. En effet, dans tout silicate qui par fusion donne un verre, que je nomme *son colloïde*, il faut de toute nécessité faire des séparations importantes, et déterminer les températures correspondant à tous les points suivants :

1° Le point de destruction du réseau cristallin. Celui-ci peut ou non coïncider avec le point de liquéfaction. (Voir le tableau II de mon premier mémoire).

2° Fixer la température minimum de déformation ou de liquéfaction du colloïde de même composition centésimale que le cristal.

3° Déterminer la température à laquelle le colloïde commence à cristalliser. Cela ne peut se faire que pour les silicates qui peuvent se reproduire par synthèse : Anorthite, etc.

4° Fixer le point soudable, c'est-à-dire la température à laquelle les poudres divisées mécaniquement se soudent en une masse compacte : point situé bien en dessous du point de liquéfaction : Péridot, Zircon, Kaolin.

Je vais montrer, dans les lignes qui suivent, qu'à chacun de ces quatre points correspond une température différente, dont le maximum est, en général, le point 1 ; et, pour avoir une connaissance complète de l'action de la chaleur sur un silicate, il faudra déterminer au moins deux ou trois de ces températures.

Dans un travail ancien (non publié[1]), j'avais établi qu'il existe les différences fondamentales suivantes entre le *cristal* et son *colloïde* (verre) possédant la même composition centésimale.

[1] Du reste, on trouve épars dans la littérature, de nombreux exemples de ce que j'avance ici.

Nous avons :

Pour le cristal	*Pour son colloïde* de même composition centésimale
Densité = D	Densité $<$ D
Dureté = du	Dureté $<$ du
Texture = cristal	Texture = colloïde
Birefringent	Isotrope
Indice de réfraction moyen = N	Indice de réfraction $<$ N
Certaine résistance aux agents chimiques.	Résistance plus faible aux mêmes agents chimiques.

Il s'agissait donc de savoir si le point de fusion obéissait à la même loi. Les expériences que je publie ici montrent que c'est effectivement le cas.

Les silicates expérimentés et qui forment un verre, ont un point de fusion du colloïde situé plus bas que le point de fusion du cristal.

Le point de fusion du cristal coïncidant alors avec la destruction totale du réseau cristallin[1].

Il s'en suit donc, que dans l'étude thermique des silicates, il faudra toujours *soigneusement spécifier à quel état physique correspondent les températures annoncées.*

Il ne faut pas oublier que le cristal représente l'arrangement qui donne à l'édifice le maximum de résistance, vis à vis des causes qui tendent à le détruire, et dont la chaleur est une des principales.

Au reste il s'agit de s'entendre. M. J. H. L. Vogt donne une définition du point de fusion, page 16 de son second mémoire, qui ne peut pas s'appliquer au

[1] Sauf les restrictions faites à mon tableau II, 1er mémoire.

cristal parfait, et qui est assez particulière [1]. Son « erstarrungs punkt » coincide à peu près avec mon point n° 3.

Le point de fusion du cristal, c'est-à-dire la destruction de son réseau représente la limite supérieure de la zone d'existence de l'arrangement considéré. C'est ce que j'appelle le point de fusion du cristal parfait; point n° 1. a.

Résultats numériques.

Anorthite. Albite.

J'instituai d'abord pour ces deux minéraux, une série d'expériences ayant pour but d'établir à quelles températures le réseau cristallin *n'est à coup sûr pas détruit*. Je m'approchai ainsi très près du point de liquéfaction du cristal, sans altérer celui-ci.

De plus, je fis une série d'expériences différentielles pour déterminer, sans rechercher de valeurs absolues, le nombre de calories que possédait le platine à l'instant de la liquéfaction du cristal albite et au même instant pour le cristal anorthite.

Je pus m'assurer ainsi que l'écart correspondait à une différence de température certainement supérieure à 200 degrés [2].

[1] Il ne semble pas que ses masses aient été agitées pendant le le refroidissement? ainsi qu'on le fait pour une expérience de cryoscopie.

[2] Mr Dœlter m'a reproché de chauffer trop vite. Dans certaines de mes anciennes expériences, le minéral a été chauffé jusqu'à 72 heures, (Leucite) : c'est aller plus vite que la nature dans une coulée de lave, c'est vrai, mais cependant, au point de vue humain, c'est lentement.

Les mêmes expériences furent répétées avec les colloïdes (verres), et l'écart ci-dessus se réduisit en une très forte proportion. Je passai alors aux expériences définitives.

Anorthite.

Il est bon, lorsque l'on s'occupe de ce cristal, d'avoir présent à l'esprit ce qu'écrivaient en 1879 MM. Fouqué et Michel Lévy, dans leur Minéralogie micrographique (page 264).

« A cause de la difficile fusibilité de l'anorthite, il « convient de recourir à la plus haute température que « puissent supporter les creusets de platine sans se « fondre. »

J'étudiai d'abord l'anorthite de Miyake Idsu (Japon). Ce cristal un des plus purs de cette espèce que donne la nature, contient 2 à 3 millièmes de soude, un peu de fer et de magnésie, une trace de titane et de nombreuses inclusions vitreuses microscopiques ; à la surface sont encore implantés quelques peridots.

Je confirmai pour ce cristal mes chiffres précédents. Maintenu longtemps à 1350°, ce cristal n'est pas altéré, à 1425° le cristal conserve encore ses clivages, à 1490°, je trouvai le point le plus probable de la démolition du réseau cristallin.

Il y avait donc un accord sufffsant entre mes chiffres de mon premier mémoire et ceux donnés par la calorimètrie.

Désireux d'étudier l'anorthite absolument *théorique*, je préparai celle-ci au moyen de produits soigneusement purifiés et pesés au milligramme près. Il fallait s'attendre à obtenir un point de fusion un peu plus élevé.

Après recuit très prolongé à haute température, j'obtins une masse cristalline homogène qui me servit aux expériences.

J'obtins par la méthode ci-dessus énoncée :

Rapport de $\frac{c'}{c}$	Température de destruction du CRISTAL en degrés ctg.	Capacité en calories de 1 kilog du minéral à l'instant de la fusion.
7,19	1547°	455,9
7,1	1550°	451,2
7,07	1562°	453,6
7,128	1544°	456,8

Ces valeurs se rapportent donc au *cristal*.

J'ai déjà dit que $\frac{c'}{c}$ ne sert que dans le calcul et n'a pas une signification physique simple.

L'accord est suffisant entre les différentes valeurs dont chacune représente deux expériences.

Voyons maintenant les propriétés thermiques du *colloïde*, du verre, ayant la même composition centésimale que l'anorthite.

J'obtins pour lui les valeurs suivantes, valeurs qui présentent une rigueur moindre et une fixité moins absolue que celles du point de destruction du cristal ; ceci tenant évidemment à la nature colloïdale vitreuse de la substance. Le point 2 était obtenu en déterminant la température, au moment où un fil rectiligne se courbait sous son propre poids et devenait arc de cercle.

J'ai aussi déterminé le même point 2 en voyant le moment où un gros grain du verre s'aplatissait sous le poids de la masse de platine. A une certaine température, le verre commence à précipiter dans sa masse un nuage opalin très délicat, c'est le début de la formation

des trichites. Ce nuage augmente et à 1250° la masse cristallise vivement. Elle devient alors rapidement dure et ne se déforme plus.

J'ai observé :

Point n° 2

Température minimum de la déformation du verre	1083° 1110°

Point n° 3

Température à laquelle le verre commmence à être nuageux	1144°

Point n° 3 bis

Température à laquelle le verre devient nettement cristallin : point *labile*	1210°
Température à laquelle la cristallisation a les apparences d'être rapide	1250°

Il ressort de ces chiffres que l'Erstarrungspunkt de M. Vogt coïncide avec mon point 3 bis et que les valeurs de M. Dœlter correspondent à un point 2 et 3. Ces savants ayant respectivement annoncé 1220°, 1124° et 1190°.

L'accord est donc aussi bon que l'on peut l'espérer.

Albite.

Je ne répéterai pas le détail des expériences qui eurent lieu comme pour l'anorthite. Je trouvai pour le point de liquéfaction du cristal 1259°.

Pour fixer le point de ramollissement du colloïde, j'opérai sur une masse assez grosse et la masse de platine ; j'obtins 1177° (chiffre identique à celui de M. Joly et Cussack 1175°).

L'expérience faite sur les fils étirés est très jolie et concluante sans mesures particulières.

La température minimum à laquelle ils se déforment est 1050°.

Orthose.

Je confirmai par ma nouvelle méthode pour le cristal, les chiffres de mon premier mémoire. Le phénomène du verre est parallèle à celui de l'albite.

Leucite.

Tout comme l'anorthite cristallisée, la leucite est très réfractaire. MM. Fouqué et Michel Lévy écrivaient (Minéralogie microg. p. 283) en 1879 :

« Elle est infusible au chalumeau ; cependant on peut « la fondre à la trompe dans un creuset de platine. La « température qu'il faut atteindre pour cela est voisine « de celle de la fusion du platine. »

Il est intéressant d'étudier par ma nouvelle méthode, ce feldspathoïde.

Dans mes premières expériences faites avec les montres de Seger, j'avais chauffé ce minéral pendant 72 heures, parce que sachant sa nature visqueuse, je voulais ne pas hâter la chauffe, et je publiai ceci : « à 1410° est vitrifiée à la surface, se ramollit progressivement. Point de fusion indistinct ; émet des bulles à chaud. »

J'étudiai alors les différents états du cristal à des températures croissantes.

A 1430° le cristal n'est pas déformé, mais ses arêtes sont passablement arrondies et les facettes vitrifiées.

C'est le début de la destruction du réseau.

A 1470° le cristal conserve sa forme, il ne peut pas s'affaisser sous son propre poids, mais saisi entre des pinces, il se laisse facilement aplatir. Il est mou.

A 1500° le verre commence à se former, à 1560° il est formé. Il commence alors à émettre des bulles et à 1600° le verre est complet.

Les transformations sont extraordinairement lentes. La chauffe qui avait duré 72 heures, n'avait réussi en atteignant 1410°, qu'à vitrifier la surface, et encore cette vitrification devait-elle être vérifiée avec précautions.

Le colloïde de Leucite, étiré en fils, présente un point de ramollissement minimum qui est du même ordre de grandeur que celui de l'anorthite.

Déjà entre 1050° et 1150° un fil se courbe facilement à angle droit et peut prendre toutes les formes que l'on désire ; mais comme la viscosité est très grande, il faut se rapprocher du point 1 pour obtenir un ramollissement *net en grandes masses et atteindre le point labile*. Il est visible aussi que le recuit durcit le verre, qui du reste cristallise bientôt au blanc.

Au point de vue pétrographique :

Cette viscosité et cette longue période qui s'écoule entre la réunion des molécules chimiques et leur cristallisation, permettront à la leucite d'englober de très nombreuses inclusions de diverses natures, pendant le premier comme dans le deuxième stade. Cette viscosité ne lui permet pas de se séparer nettement des minéraux voisins, elle les englobe. Cela nous donne un moyen de diagnostiquer les leucites des 2 stades de consolidation.

L'augite cristal fond à 1230°, il s'ensuit alors que

toute leucite contenant une inclusion d'augite, s'est formée à une basse température, donc dans le 2° stade de consolidation. On raisonnera de même pour tous les autres genres d'inclusion.

Péridot.

J'étudiai un péridot du Dreiser Weiher qui avait la composition suivante :

Silice	41,88
FeO	9,09
MgO	49,50
	100,47

en outre, il contenait 1 à 2 millièmes d'inclusions, d'un minéral peu biréfringent inattaquable aux acides et très dur, non étudié plus à fond.

Si l'on met ce péridot en poudre dans un creuset de platine, on constate qu'à 1350° il se contracte et se soude, phénomène identique à celui de la porcelaine. Il prend l'apparence d'une masse qui a été ramollie ; mais si l'on examine cette masse optiquement, on voit que chaque grain est resté individualisé et n'a fait que se souder par sa surface à ses voisins. C'est le point soudable n° 4.

Ce péridot fond à une température très élevée, et il ne faut pas songer à plonger la platine dans la masse fondue, comme pour les minéraux précédents. Aussi je me contentai de placer dans le moufle fermé, une masse de platine à côté d'un cristal porté sur un pédoncule, et à déterminer les températures auxquelles à coup sûr le péridot existait encore comme cristal.

Je poussai ainsi jusqu'à la température de 1710° et

une expérience bien minutieuse à cause du danger qu'il y avait de fondre la masse métallique, me permit d'assurer que le point de fusion de ce cristal de péridot est à très peu près 50 degrés plus bas que le point de fusion du platine : donc j'ai adopté 1730°.

(Si l'on opère avec les montres fusibles de Seger, l'on fixe pour le point de fusion la montre n° 30 ou 31.)

Wollastonite et pseudo-Wollastonite.

Le dimorphisme de ce métasilicate est très caractéristique. MM. Friedel et Salet écrivaient en 1876 (*Dictionnaire de Wurtz*, polymorphisme), que le changement de forme cristalline est dû à « *des différences de température au moment de la cristallisation.* »

La Wollastonite n'échappe pas à cette loi. Nous ne pouvons pas reproduire la Wollastonite climorhombique, mais nous pouvons connaître jusqu'à quelle limite de température son réseau est stable.

Mes déterminations montrent que le réseau clinorhombique est beaucoup *moins* stable que le réseau hexagonal.

La Wollastonite de Auerbach (clinorhombique), à la température de 1366°, — déterminée au calorimètre, — se liquéfie en un verre qui se transforme très vite en un réseau hexagonal (avec les montres fusibles de Seger j'ai trouvé 1350°).

Le cristal hexagonal (cristal de synthèse absolument pur) est détruit à 1515°. A cette température il fond en un verre très fluide et transparent.

M. Lechatelier avait déjà annoncé que le silicate SiO_3Ca fond à une température très élevée (ouvrage cité, p. 83).

Conclusions.

Le présent travail montre, qu'à chaque état physique d'un silicate, correspond une température déterminée de liquéfaction. La température à laquelle le cristal est détruit et liquéfié est en général supérieure à celle de la liquéfaction de son colloïde, et supérieure aussi à la température à laquelle le cristal peut se former par cristallisation de son verre.

Peut-on dire que le colloïde d'albite, d'anorthite, de leucite, etc., représente vraiment la même molécule que le cristal ? De nombreuses propriétés diffèrent.

Y a-t-il simple surfusion et état allotropique, dont la chimie offre de nombreux exemples, ou y a-t-il dissociation et dissolution d'un silicate dans un autre ? La question est trop délicate pour que j'ose me prononcer.

En terminant, je remercierai M. le Dr L. W. Collet, qui a bien voulu me servir d'assistant pour la plupart de ces expériences, et dont le zèle égalait la science.

DE LA

PRÉDOMINANCE DES TOURBILLONS

en sens inverse des aiguilles d'une montre

DANS LES

Cours d'eau de l'Europe centrale et occidentale

PAR

Jean BRUNHES

Professeur de géographie à l'Université de Fribourg (Suisse).

Depuis quelques années nous avons attiré l'attention des géographes sur la part qui revient aux tourbillons dans l'action des eaux courantes[1]; et non seulement nos idées n'ont point été contredites, mais elles ont été confirmées par bon nombre d'observateurs, géologues et géographes[2].

[1] Voir surtout Le travail des eaux courantes : la tactique des tourbillons. 1. Ilots granitiques de la première cataracte du Nil. 2. Gorges du versant Nord des Alpes suisses. *Mém. Soc. Fribourgeoise des Sciences naturelles, Série : géologie et géographie*, II, fasc. 4, Fribourg, 1902, p. 153-224, 14 fig., 2 cartons; et Marmites fluviales et tourbillons, *Le Globe, Bulletin*, XLII. 1903, p. 85-93. — Le présent mémoire, qui est encore inédit, a été adressé à la Section de géographie physique du Congrès international de géographie qui s'est tenu à Washington au mois de septembre dernier.

[2] Voir le mémoire plus récent: Nouvelles observations sur le rôle

Les tourbillons des eaux courantes ont un rôle si prédominant qu'on doit en étudier avec méthode et tenter d'en définir avec précision tous les caractères.

On avait souvent affirmé qu'à la différence des tourbillons atmosphériques, les tourbillons des cours d'eaux tournent indifféremment dans le sens inverse des aiguilles d'une montre c'est-à-dire de la droite vers la gauche (*sinistrorsum*) ou dans le sens des aiguilles d'une montre c'est-à-dire de la gauche vers la droite (*dextrorsum*). Après de nombreuses observations, dont beaucoup sont consignées sur des photographies stéréoscopiques, j'ai cru pouvoir déclarer qu'il y a pour l'ensemble des cours d'eau observés, cours d'eau pyrénéens, surtout cours d'eau alpins, un sens prédominant des tourbillons, et ce sens est le même que pour les tourbillons atmosphériques de l'hémisphère Nord, c'est-à-dire le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Mais ce fait d'observation paraissait si nouveau que ma seule affirmation ne semblait pas convaincre tout le monde, et quant à mes photographies, elles ne portent naturellement que sur des cas isolés de tourbillons ou sur de toutes petites portions de cours d'eau, et elles ne pouvaient pas avoir une force démonstrative générale.

J'ai eu alors l'idée de reprendre et de poursuivre ces observations en les coordonnant selon une méthode rigoureuse, et j'ai dressé pour tous les rapides observés

et l'action des tourbillons, *Le Globe*, *Mémoires*, XLIII, 1904, p. 96-134, et 15 figures. Aux documents et textes de confirmation cités dans ce mémoire, il convient d'ajouter encore : E. Mazauric, Explorations hydrologiques dans les régions de la Cèze et du Bouquet (Gard), 1902-1903; dans *Spelunca,* mars 1904, et voir spécialement p. 35 et 36.

des tableaux statistiques similaires et partant comparables.

J'ai communiqué quelques-unes de ces observations à l'Académie des Sciences à la séance du 11 avril 1904 ; avant de discuter ces données et de les expliquer, — ce qui sera l'objet propre du présent mémoire, — je suis obligé de les rappeler, et je les accompagnerai d'ailleurs de quelques autres observations, encore inédites.

I. Cas de prédominance des tourbillons sinistrorsum.

Il est si malaisé de bien observer les phénomènes tourbillonnaires, que je retiens pour mes études comparatives les seuls rapides dans lesquels les tourbillons déterminent à la surface des crêtes d'écume. Il y a bien d'autres tourbillons en profondeur que les tourbillons auxquels correspond cette écume superficielle ; mais ceux-là sont les seuls dont nous puissions en vérité discerner le sens de rotation.

Il convient d'autre part de ne point faire entrer en ligne de compte les tourbillons qui sont produits par des faits artificiels, totalement étrangers à l'écoulement normal des cours d'eau ; c'est ainsi que la pile d'un pont bouleverse l'écoulement régulier et crée en aval une petite zone plus ou moins calme, côtoyée de part et d'autre par les eaux plus rapides qui sont passées librement sous les arches : de part et d'autre il se produit des tourbillons qui vont toujours de la bande du courant à grande vitesse vers la zone qui échappe au courant ; ils sont sur la droite *sinistrorsum* et sur la gauche *dextrorsum* ; les uns et les autres se correspon-

dent symétriquement, et numériquement se compensent.

L'observation m'a démontré que nous devions exactement assimiler à la pile d'un pont toute pierre qui dans un rapide dépasse le niveau des eaux ; cette pierre qui dépasse est dans la règle enveloppée vers l'aval de tourbillons qui, sur la droite, tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, et, sur la gauche, dans le même sens que les aiguilles d'une montre. Tout en notant ces tourbillons dans nos Tableaux, nous les avons éliminés du total à interpréter, car ils fournissent globalement à peu près autant de tourbillons *sinistrorsum* que *dextrorsum*.

Une fois ces groupes de tourbillons mis de côté, il reste un grand nombre de faits tourbillonnaires, qu'on pourrait appeler les faits tourbillonnaires naturels ou normaux, et pour lesquels il s'agit de savoir si le sens de rotation est, oui ou non, indifférent.

Je choisis parmi mes observations quelques rapides, très distants les uns des autres et situés autant que possible en des points où il soit facile de renouveler de semblables constatations :

1° Petit rapide de la Sarine près Fribourg (Suisse), entre le barrage de la Maigrauge et le confluent du grand ravin de Pérolles ; longueur, 150 m. environ, 19 mars 1904, eaux moyennes mais assez hautes. (1^m,80 à midi, à l'échelle du pont Saint-Jean, à Fribourg). Outre 3 complexes tourbillonnaires dont le sens de rotation est indéterminable, nous comptons, sur 27 tourbillons ou complexes tourbillonnaires distincts et observables : 25 tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 92,5 pour 100) et 2 seulement dans l'autre sens.

2° Petits rapides du Neckar, un peu en amont de Heidelberg, sur le chenal droit du fleuve ; première série de tourbillons, en face de Ziegelhaüser, Landstrasse, n° 43, sur une même bande du chenal, longue de 5 m. à 6 m. ; deuxième série, un peu en aval, en face des n°s 31, 29 et 27, sur une longueur de 33 m. 26 janvier 1904. Outre deux ensembles indéterminables, nous comptons, sur 26 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 25 tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 96,2 pour 100) et 1 seulement dans l'autre sens.

3° Petit rapide en aval de Traunfall (Tirol autrichien), dont la fin est à 20 mètres en amont de l'usine Traunfall-Elektricitäts Werk ; lit obstrué de blocs de Schotter ; sur les bords, apparaît le Schlier compact. 10 février 1904, eaux très basses. Outre trois tourbillons à sens indéterminable, on compte, sur un total de 31 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 30 qui tournent en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 96,7 pour 100) et 1 qui tourne dans l'autre sens.

4° Petits rapides de la Salzach ; en face de Kuchl et 200 m. en amont du pont de Kuchl, de forts bancs calcaires affleurent dans le lit vers l'amont et déterminent trois groupes de tourbillons, sur une longueur totale d'à peu près 75 m. 10 février 1904 ; les eaux sont très basses ; le niveau est à 1 m. 20 au-dessous du zéro de l'échelle du pont de Golling. Outre 5 tourbillons indéterminables, on observe, sur un total de 59 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 55 qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 93,2 pour 100) et 4 seulement tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

5° Petit rapide de l'Adige, immédiatement en aval

du pont de Mori : ce pont de fer n'a pas de pile au milieu du fleuve ; les tourbillons sont donc indépendants du pont. De part et d'autre de la bande centrale des eaux, il se rencontre deux petites zones de tourbillons se manifestant par des jets d'écume, intermittents à la manière des feux follets ; c'est pourquoi l'observation en est assez malaisée. Le groupe de tourbillons de droite est beaucoup plus important que celui de gauche. 21 février 1904, eaux moyennes, plutôt basses. Outre 2 complexes tourbillonnaires dont le sens de rotation est indiscernale, nous comptons, sur un total de 17 tourbillons : 16 qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 94,2 pour 100) et 1 seulement dans le sens contraire.

6° Petit rapide de la Mur, à Graz même, immédiatement après le pont appelé Franz-Carl-Brücke, entre ce pont et l'Albrecht-Brücke. Le premier de ces deux ponts repose sur une pile unique qui détermine des tourbillons assez violents de part et d'autre : ces tourbillons n'ont pas été comptés, ni ceux qui viennent immédiatement après la pile sur la ligne centrale du cours. Longueur de la partie du cours observé : 110 m. environ. 18 février 1904. Outre un complexe indéterminable, on compte sur un total de 25 tourbillons ou complexes tourbillonnaires 23 sinistrorsum (soit 92 pour 100) et 2 dextrorsum.

7° Petit rapide du Tessin au sortir de la gorge de Piottino entre Rodi-Fiesso et Faido (Val Leventina). 24 février 1904. Dans la gorge même de Piottino, les tourbillons sont indiscernables (voir plus loin) ; par ailleurs les eaux sont très basses, et le lit est encombré de gros blocs qui dépassent le niveau. Dans le petit

rapide, plus calme, qui suit les rapides de la gorge proprement dite.on peut reconnaître quelques tourbillons outre ceux bien entendu qui se produisent en aval des pierres et des blocs. Longueur de la partie observée : 40 mètres. Je distingue et note 3 tourbillons isolés et 5 complexes tourbillonnaires et tous les 8 tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, etc, etc.

En somme, pour tous les petits rapides de l'Europe centrale dont je viens de résumer les observations, — quelle que soit la direction générale du courant dans les portions de cours auxquelles ils appartiennent, nord-sud ou sud-nord, ouest-est ou est-ouest, — il y a toujours plus de *90 pour 100 des tourbillons qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.*

Je signalerai encore comme cas tout particulièrement significatif, et qui peut être facilement observé, le **rapide de Laufenbourg.**

Le rapide de Laufenbourg est situé sur le Rhin entre le rapide de Schaffhouse et Bâle, en amont de Rheinfelden. Il est dû à un phénomène local d'épigénie ; le Rhin le plus récent ayant abandonné son cours antérieur, a dû se creuser un nouveau lit dans les gneiss de la Forêt-Noire ; et la colline qu'occupe le vieux château de Laufenbourg sépare l'ancien lit du nouveau [1].

[1] Voir une description et une étude très détaillées du rapide de Laufenbourg : H. Walter, Ueber die Stromschnelle von Laufenburg, dans *Zeitschrift für Gewässerkunde,* 1901, p. 198-226, cartes et figures, — étude que l'auteur a reprise en partie et résumée dans *Globus,* Braunschweig, LXXX, 1902, p. 21-28. Dans ce mémoire, il n'est en rien question des observations que nous avons faites nous-même et que nous mentionnons ici.

J'ai visité le rapide de Laufenbourg le 27 septembre 1904 ; les eaux du fleuve étaient assez basses, sensiblement au-dessous du niveau moyen ; elles étaient toutes confinées dans le chenal étroit.

Dans le rapide on peut distinguer diverses parties. Celle qui marque la descente la plus brusque et la plus violente des eaux est située à environ 100 m. en aval du vieux pont. Là les eaux se précipitent trop violemment pour que le sens des tourbillons, au milieu des flots puissants d'écume, soit discernable. On reconnaît très nettement le phénomène que j'appellerais le „ phénomène du sillage "[1], mais c'est tout.

En aval de cette partie la plus rapide, les eaux deviennent assez calmes et sont assez profondes pour que l'observateur ne puisse rien noter d'important.

Au contraire, en amont du rapide, et entre le vieux pont et le rapide lui-même se trouve une partie du cours où quelques tourbillons se manifestent très nettement individualisés. Là, ces tourbillons ne restent pas à la même place comme dans tous les rapides dont j'ai déjà parlé, ils sont situés approximativement vers le milieu du lit, et il se déplacent sur 30, 40, 50 m. C'est un des rares points où l'on puisse très clairement non seulement discerner les tourbillons mais en suivre la marche.

Puisque les tourbillons sont en marche, on ne peut plus en faire une statistique à peu près rigoureuse analogue aux statistiques précédentes. J'ai essayé de compter les tourbillons se produisant en une certaine période

[1] Je me propose d'étudier avec quelque détail ce phénomène dans un mémoire ultérieur.

de temps. L'observation est assez difficile étant donnée l'étendue à surveiller et étant donnés l'incessante variation et l'incessant déplacement des tourbillons. Pourtant, je puis affirmer que durant 15 minutes d'observation, j'ai pu noter une centaine de grands tourbillons tournant avec une éclatante netteté dans le sens inverse des aiguilles d'une montre tandis que dans le même temps j'ai à peine aperçu un tourbillon tournant dans le même sens que les aiguilles d'une montre.

Encore une fois c'est un des observatoires où le fait se présente de la manière la plus démonstrative, et le rapide de Laufenbourg mérite de devenir un point classique pour la vérification de la prédominance des tourbillons *sinistrorsum*.

Tout l'ensemble de ces remarques, qui se rapportent aux eaux courantes superficielles, vient d'être étendu d'une manière très intéressante aux eaux courantes souterraines par M. E. A. Martel. Il écrit en effet à propos du tunnel d'Oupliz-Tsiké, exploré lors de sa récente campagne dans la Russie méridionale :

« Le sens de l'hélice du tunnel d'Oupliz-Tsiké est à l'inverse de celui des aiguilles d'une montre, conformément à la majorité des cas observés par M. J. Brunhes pour les tourbillons des vallées en travail d'érosion... Peut-être y aurait-il lieu d'appliquer l'étude des hélices d'avens, et celle de la marche des rivières souterraines, à la controverse toujours pendante sur la prétendue *loi de Baer* (déviation des rivières sur leur droite) comme viennent de le faire très judicieusement MM. B. et J. Brunhes pour les tourbillons de l'atmosphère et des cours d'eau (Annales de Géographie, 15 janvier 1904). » Mais il ajoute avec raison : « Cette application serait très

délicate à cause de l'action pertrubatrice des fissures et des pendages sur la marche normale des courants souterrains [1]. »

II. Interprétation de ces faits et discussion critique.

Pourquoi les tourbillons des cours d'eau tournent-ils de préférence de la droite vers la gauche ? Ne peut-on pas rattacher ce fait à la même cause à laquelle on rattache la prédominance des tourbillons atmosphériques de même sens ? Dans un mémoire que nous voulons seulement noter ici, nous avons un de mes frères et moi proposé cette interprétation. Nous avons indiqué les analogies entre les tourbillons de l'air et de l'eau [2] ; nous avons surtout rappelé à ce propos la curieuse expérience, trop oubliée, présentée par Perrot à l'Académie des Sciences en 1859 : Nouvelle expérience pour rendre manifeste le mouvement de la terre [3].

M. Bernard Brunhes, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, a depuis lors tout spécialement mon-

[1] E.-A. Martel, Sur le Gouffre-Tunnel d'Oupliz-Tsiké (Transcaucasie), dans *Comptes rendus Acad. des Sciences*, 22 février 1904. Voir aussi du même auteur : Perforation des grès et Tunnel naturel d'Oupliz-Tsiké dans *La Nature*, 8 octobre 1904, p. 299-302, et Le Gouffre-Tunnel d'Oupliz-Tsiké (Transcaucasie) et la caverne-source de Matsesta dans *Spelunca*, juin 1904, p. 52 et suiv.

[2] Bernard et Jean Brunhes, Les analogies des tourbillons atmosphériques et des tourbillons des cours d'eau et la Question de la déviation des rivières vers la droite, *Annales de Géographie*, XIII, 15 janvier 1904, p. 1-20.

[3] *C. R. Acad. Sc.* XLIX, 1859, p. 637. Voir aussi Bernard Brunhes, Sur une expérience de Perrot, et sur la comparaison directe de la rotation terrestre et du champ magnétique terrestre (*Soc. météor. de Fr.*, 6 avril 1904); et L. Maillard, Sur l'expérience de Perrot, *C. R. Acad. Sc.*, 10 octobre 1904.

tré comment il était naturel que la force centrifuge composée provenant de la rotation terrestre pût déterminer le sens de rotation ; il a insisté sur cette considération que la probabilité pour que prédomine sur l'autre ce sens de rotation dépend uniquement du rapport entre la durée de rotation du tourbillon de l'air ou de l'eau et la durée de la rotation terrestre. Ce calcul l'a conduit, par comparaison avec ce que l'on sait des tourbillons aériens, à penser que sur tous les tourbillons ayant au moins une seconde comme durée de rotation, l'influence de la rotation terrestre pouvait s'exercer efficacement [1].

Cependant l'interprétation ne saurait avoir la même certitude que le fait observé ; et même si des observations poursuivies, comme nous le souhaitons et le demandons, dans l'hémisphère austral, rendaient un jour caduc notre essai d'explication, le fait observé, c'est-à-dire la prédominance générale des tourbillons à sens *sinistrorsum* dans les cours d'eau de l'Europe centrale et occidentale, n'en resterait pas moins réel. Encore convient-il d'exposer très nettement et d'une manière critique les conditions générales de ces phénomènes de vorticologie ainsi que leurs conditions-limites au point de vue géographique.

Il est très important d'observer ce que deviennent les tourbillons d'un même rapide au fur et à mesure que les eaux montent dans un cours d'eau. J'ai mis en observation, à cette fin spéciale, un tout petit rapide de la Sarine de 35 m. de longueur, qui se trouve immé-

[1] *Annales de Géographie*, article cité, p. 14 et 16, et *C. R. Acad. Sc*, juin 1904.

diatement en aval du rapide signalé plus haut sous le n° 1 et situé exactement à la tête du grand méandre de la Maigrauge, tout près de Fribourg.

Plus les eaux sont basses, plus les tourbillons sont nombreux ; car les pierres qui encombrent le lit apparaissent plus nombreuses à la surface ou près de la surface. Quand les eaux montent, les tourbillons apparents à la surface, c'est-à-dire se traduisant par des lignes d'écume, tendent à se réduire en nombre ; mais les principaux d'entre eux se manifestent avec plus de violence et de netteté. Dès que le niveau général de l'eau est en effet à un mètre environ au dessus du fond, les irrégularités du fond ne produisent plus d'accidents secondaires jusqu'au niveau supérieur, et les seuls tourbillons qui subsistent non seulement sont plus considérables, mais fait capital, tournent en plus forte proportion dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Je reproduis ici deux des observations faites sur le rapide en question, et je choisis deux moments assez caractéristiques.

A. Petit rapide de la Sarine de 35 m. de longueur à la tête du grand méandre de la Maigrauge. 14 mai 1904, eaux assez hautes ($1^{m},90$, à midi, à l'échelle du pont Saint-Jean, à Fribourg). Outre les tourbillons produits en aval des pierres qui dépassent (deux notamment, produisant chacune 2 tourbillons dans chaque sens) et outre trois tourbillons à sens indéterminable, on compte 12 tourbillons simples dont 1 seul dextrorsum, et 12 complexes tourbillonnaires, tous sinistrorsum ; en tout, sur 24 faits tourbillonnaires, il y en a 23 en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 95,8 pour 100) et 1 seul dans l'autre sens.

B. Même rapide de la Sarine, observé un mois plus tard le 11 juin 1904, les eaux étant sensiblement plus hautes (2 m., à midi, à l'échelle du pont Saint-Jean). Outre les 2 groupes de tourbillons qui se produisent en aval des 2 blocs dépassant encore le niveau de l'eau, je ne compte plus qu'un tourbillon à sens indéterminable, et 21 tourbillons ou complexes tourbillonnaires observables et tournant tous dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Il semble bien que plus les eaux sont indépendantes du fond, plus la rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre devient prédominante. Ce sont là toutefois dans les deux cas A. et B. des termes moyens.

Il s'agit encore de savoir ce que deviennent les tourbillons d'un même rapide tel que celui-là, 1° lorsque les eaux deviennent très basses, et 2° lorsqu'elles deviennent très hautes, et par l'examen d'un cas précis, nous aborderons mieux la partie critique de cette étude, partie indispensable qui doit déterminer en quels cas et en quels cas *exclusivement* peut se manifester la prédominance des tourbillons sinistrorsum.

1° Lorsque la Sarine devient tout à fait basse. — prenons par exemple le mois d'août 1904, et si l'on veut les observations du 10 et du 11 août (1^{m},40 seulement à l'échelle du pont Saint-Jean, à Fribourg), — les blocs et les pierres qui revêtent tout le lit apparaissent si bien au-dessus des eaux que tous les tourbillons appartiennent à cette catégorie spéciale que nous avons éliminée par principe de nos tableaux statistiques et que nous pourrions appeler « les tourbillons de l'aval d'une pile de pont. »

Ce que nous disons de la Sarine s'applique, on le

conçoit, à toutes les rivières obstruées de gros matériaux et notamment à tous les tronçons supérieurs des cours d'eau alpins. J'ai par exemple observé la Reuss entre le Pont du Diable et Göschenen le 24 février 1904 : la Reuss était très basse et les parties secondaires de son lit habituel étaient sans doute glacées, ou même abandonnées par les eaux, en tout cas recouvertes d'une couche de neige ; le petit lit principal n'était plus qu'une suite de petits rapides encombrés de pierres dont un très grand nombre dépassait le niveau des eaux ; il ne pouvait donc y avoir là et effectivement il n'y avait rien de bien caractéristique à étudier.

2° Quand la Sarine devient très haute, aussi haute qu'elle l'a été lors de la grande crue de 1888, quand, à l'endroit du petit rapide considéré, elle a 3 à 4 m. de profondeur (ce qui est anormal et très rare), on imagine aisément par beaucoup d'autres exemples de rapides de cours d'eau ayant cette profondeur ce qui se produit à la surface : des ridements d'écume ressemblant à des feux follets parsèment à peine la nappe liquide, ou même le flot roule violent sans aucune crête d'écume. Ce n'est pas que les tourbillons soient absents ; bien au contraire, il est possible, il est probable, il est même certain qu'ils se produisent en profondeur plus nombreux et plus puissants que jamais. Mais ils perdent pour ainsi dire toute personnalité superficielle ; ils sont « noyés » dans le flot, avant d'arriver jusqu'à la partie supérieure. Et l'observateur ne peut plus rien découvrir en ce qui concerne leur nombre, leur place exacte et à fortiori leur sens de rotation.

Ainsi il y a deux extrêmes, dans le régime d'un cours d'eau, — extrême de faiblesse et extrême de force, —

pour lesquels l'observation des tourbillons ne présente plus aucun intérêt ou devient même impossible et nulle. C'est entre ces deux extrêmes que doivent être compris tous les rapides des cours d'eau qui sont susceptibles de fournir à l'observateur des observations précises sur le sens de rotation. C'est dire que le nombre des points observables et des portions de cours révélatrices est *relativement faible.* Partout où un cours d'eau roule trop directement sur les pierres, et partout où un cours d'eau roule un flot trop abondant sur une épaisseur telle que les manifestations superficielles des phénomènes tourbillonnaires sont fatalement amorties ou même supprimées, nous ne pourrons rien observer qui nous renseigne sur le problème qui nous occupe.

En vertu même des caractères essentiels des faits à observer, tous les torrents et toutes les grosses rivières, toutes les parties de torrents et toutes les parties de rivières ou de fleuves qui correspondent aux deux cas signalés (et c'est de beaucoup la grande majorité) doivent à ce point de vue particulier être considérés comme nuls et non avenus.

L'examen critique des cas observables exige encore l'élimination de deux autres séries de cas, lesquelles d'ailleurs coïncident parfois, quoique rarement, avec les précédentes.

Lorque *le flot est trop resserré* ou *lorsque la pente est trop raide*, les eaux s'engouffrent ou se précipitent et produisent dans une circonstance comme dans l'autre un nombre incalculable et une multitude souvent indiscernable de tourbillons.

Dans le cas du resserrement, les tourbillons se mêlent, se heurtent, se contredisent, et finalement se traduisent

à la surface par des masses continues d'écume bouillonnante, souvent tellement confuses qu'il est impossible de distinguer les divers tourbillons et de reconnaître leur sens de rotation. Tel est le spectacle que nous offrent ces goulets étroits que nous avons appelés des gorges à marmites, et dont les parois représentent souvent avec le plus de fraîcheur et le plus d'authenticité la tactique de l'érosion tourbillonnaire : gorges de l'Aar ou gorges de la Tamina[1], gorges du Fier ou Liechtensteinklamm[2], etc. Certes les tourbillons sont là, multiples et tout-puissants, mais ils échappent à la surface à toute nette observation. Que l'on examine également au Pont des Oulles le chenal principal où s'engouffre la Valserine[3] ; que l'on examine encore, comme je l'ai fait le 19 février 1904, la gorge de la Reka, appelée gorge de Sant Canzian, près de Divača (Karst autrichien) : dans les célèbres gorges on aperçoit bien çà et là quelques tourbillons individualisés, et il semble même qu'il y ait prédominance de tourbillons sinistrorsum, mais vouloir faire une statistique serait une pure illusion : les flots se contredisent si bien que la surface est souvent ridée de vagues qui n'ont aucun rapport avec les mouvements profonds.

En d'autres gorges ou portions de gorges un peu moins étroites, notamment dans les petits biefs de la

[1] Voir notre mémoire déjà cité : Le travail des eaux courantes. la tactique des tourbillons. *Mém. Soc. fribourgeoise des Sciences nat.*, 2e partie.

[2] Voir Nouvelles observations sur le rôle et l'action des tourbillons, *Le Globe*, *Mémoires*, p. 96 et p. 122-123.

[3] Voir Émile Chaix-Du Bois, Le Pont des Oulles, phénomènes d'érosion par les eaux courantes (Bellegarde, Ain), dans *La Géographie*, VII, décembre 1903, p. 341-356 et fig. 44-50.

gorge du Tessin dite gorge de Piottino (qui est une gorge à marmites creusée dans les schistes cristallins), on constate un bouillonnement de surface sans beaucoup d'écume qui ressemble tout à fait au bouillonnement d'un liquide en ébullition : les tourbillons viennent ainsi crever à la surface d'une manière telle qu'il est à peu près impossible de savoir dans quel sens ils tournent. Bien plus, nous croyons pouvoir induire de l'ensemble de nos observations sur les tourbillons des gorges que s'il était possible d'établir des statistiques analogues à celles que nous avons plus haut dressées on ne trouverait sans doute plus cette forte et remarquable prédominance d'un sens de rotation.

Dans le cas de la descente très rapide des eaux, les observations précises sont encore malaisées et nécessairement trop fragmentaires ; du moins elles sont par endroits possibles, et en voici un exemple : Avec un de mes élèves[1], j'ai essayé de compter les tourbillons sinistrorsum et dextrorsum qui se produisent dans le cours tout à fait supérieur de la Lütschine, ou plus exactement de l'une de ces têtes de la Lütschine qui sortent du glacier inférieur de Grindewald[2]. Dans la gorge à marmites qui fait suite à l'extrémité du glacier tout discer-

[1] C'était M. le Dr Hannsen qui m'accompagnait ce jour là, 4 août 1904 ; je me suis arrangé autant que possible pour faire toujours ces observations délicates avec un témoin, qui m'aidât à discerner le sens de rotation, et qui constituât pour moi-même un contrôle. Un autre de mes élèves, M. Cesare Calciati, m'a aidé pour certaines des observations signalées dans ce mémoire.

[2] Ces têtes de la Schwarze Lütschine s'appellent Weisse Lütschinen (Atlas Siegfried, feuille 396, Grindelwald, à 1 : 50000) ; elles portent donc le même nom que l'autre Lütschine (de Lauterbrunnen) qui rejoint la Lütschine noire à Zweilütschinen.

nement est matériellement impossible ; nos observations ont commencé aux gros blocs qui ferment la gorge proprement dite, un peu en amont du petit pont qui conduit aux passerelles de la gorge, et elles ont porté sur 400 mètres. Elles ont été pénibles. Les eaux étaient fortes, et les mouvements tourbillonnaires formaient une suite presque ininterrompue. Nous n'avons noté que ceux qui étaient assez individualisés pour qu'on pût en reconnaitre les sens de rotation.

Du tableau que nous avons obtenu, je détache les résultats : sur 45 tourbillons, assez nettement individualisés, 20 étaient *sinistrorsum* et 25 *dextrorsum*, et sur 8 complexes tourbillonnaires, 6 étaient *sinistrorsum* et 2 *dextrorsum* ; au total 26 tournaient dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et 27 dans le même sens que les aiguilles d'une montre.

Parité presque parfaite entre les tourbillons d'un sens et les tourbillons de l'autre sens : on saisit tout de suite combien ce rapide est différent des rapides à tourbillons dénombrés ci-dessus. Il me reste à indiquer maintenant pour quelles raisons rien n'est plus logique que cette différence. De la gorge de la Lütschine jusqu'à Gsteig, le cours d'eau, sur un parcours de 18 kil., descend de 400 m. (il passe de la cote 990 à la cote 590), ce qui donne une pente moyenne de 22 m. par kilomètre.

Une pente pareille fait que la pesanteur joue un rôle capital dans l'entraînement des eaux ; les eaux qui vont tourbillonner tombent d'une manière telle que ce sont avant tout les conditions de cette chute qui déterminent le sens de la rotation tourbillonnaire ; il se produit là en petit mais très multiplié un phénomène comparable

somme toute à celui des « Calderoni » du Brenton décrits par Squinabol[1]. S'il est admissible, comme nous l'avons indiqué, que dans des rapides à dénivellation moins forte ce soit la rotation terrestre qui explique la prédominance des tourbillons en sens inverse des aiguilles d'une montre, il est également admissible, bien plus il est nécessaire que lorsque l'une des forces qui est à l'origine du mouvement tourbillonnaire atteint une certaine intensité, la force représentée par la rotation terrestre devienne si insignifiante qu'elle n'ait plus une action décisive et manifeste.

Ainsi tous les rapides violents, soit trop resserrés, soit trop raides, doivent être encore éliminés de la catégorie de ceux qui se prêtent à l'observation.

III. Localisation des cas de prédominance des tourbillons sinistrorsum.

Une conclusion qui a son importance se dégage de ce qui précède.

Là où les tourbillons sont le plus actifs et le plus puissants, là où ils opèrent leur plus gros travail, il semble qu'ils doivent être en nombre à peu près égal sinistrorsum ou dextrorsum ; ou plutôt il apparaît qu'il n'y a plus de raison pour qu'un sens prédomine de beaucoup sur l'autre[2]. Ils représentent de telles forces, et ils sont déterminés par des facteurs si énergiques

[1] S. Squinabol, Les chaudrons du Brenton, *Le Globe, Mémoires*, XLIII, 1904, p. 125-129, et fig. 12 et 13.

[2] Notons pourtant que parmi les marmites que nous avons étudiées en si grand nombre et qui pour une bonne part ont été sans aucun doute élaborées sur l'emplacement de rapides violents, les sillons héliçoïdaux en sens inverse des aiguilles d'une montre nous semblent bien là encore dans l'ensemble prédominer.

qu'ils échappent à toute influence indirecte : l'influence de la rotation terrestre est relativement très faible et se trouve maintes fois annihilée. On comprend maintenant ce que nous voulions indiquer dans notre Note présentée le 11 avril 1904 à l'Académie des Sciences : « Les rapides se prêtant à l'observation ne sont ni les rapides trop profonds, ni les rapides trop violents. » Et l'on comprend aussi pourquoi des observations non sériées et classées avaient pu faire croire qu'il n'y avait pas dans les tourbillons des cours d'eau de sens prédominant. D'abord le spectacle symétrique que présentent les tourbillons en aval des piles d'un pont, spectacle qui est le plus communément observé par tous les habitants des villes, était bien fait pour fausser les idées ; et puis, on le voit, des groupes déterminés de rapides ne présentent et ne peuvent pas présenter cette éclatante prédominance. C'est en fin de compte *dans les parties moyennes des cours d'eau* que nous aurons le plus de chance de trouver ces rapides à pente sensible mais assez modérée sur les tourbillons desquels il est permis de supposer que la force centrifuge composée exerce une influence de direction.

Sera-t-il possible de préciser plus tard entre quelles limites exactes peuvent varier 1° les pentes et 2° les profondeurs de tels rapides marquant la prédominance du sens de rotation sinistrorsum des tourbillons ? Sera-t-il possible de caractériser et de définir cette catégorie de rapides à laquelle appartiennent tous les rapides que nous avons signalés dans la première partie de cet article ? C'est là l'objet présent de nos recherches.

Dès aujourd'hui il nous est toutefois possible de les localiser, d'une manière générale, dans les parties

moyennes des cours d'eau ; car dans les parties supérieures, les pentes sont trop rapides non seulement pour que l'observation soit possible, mais sans doute aussi pour qu'une forte prédominance d'un sens de rotation se manifeste ; et dans les parties inférieures de nos cours d'eau alpins ou pyrénéens la pente est si faible et la masse des eaux est si considérable que non seulement la surface de l'eau ne porte aucune ride d'écume, aucun signe révélateur, mais que sans doute aussi les tourbillons en profondeur diminuent en nomber et en activité.

Reprenons enfin les conclusions de cet autre mémoire, dans lequel nous avons tenté d'expliquer partiellement la déviation des rivières vers la droite par l'action des tourbillons et par la prédominance des tourbillons sinistrorsum. Cette interprétation nouvelle de la loi de Baer comportait comme caractère essentiel une limitation des faits groupés sous cette loi à certaines portions, et à certaines portions seules des cours d'eau:

« Et quant à la *loi de Baer* elle-même, mérite-elle le nom de loi ? Mérite-t-elle au moins le nom de règle que proposait en 1865 Schweinfurth[1] ? Il y a sans doute un certain nombre de faits hydrographiques qui portent la marque de la rotation de la terre. Mais ces faits sont limités à certaines portions de fleuves : 1° Ils ne se rencontrent, nous l'avons dit, ni dans les zones montagneuses des bassins hydrographiques, où les eaux tombent plutôt qu'elle ne coulent, ni dans les zones inférieures de remblaiement telles que les deltas ; ils ne se rencontrent que dans les parties moyennes où le cours

[1] *G. Schweinfurth*, Der Nil und das Baersche'Gesetz der Uferbildung (*Petermanns Mitt.*, XI, 1865, p. 126).

d'eau est encore en travail. 2° Dans tous les tronçons de ces parties moyennes elles-mêmes où l'écoulement des eaux est dirigé par une cause prépondérante : pesanteur, dont l'intensité croît avec la pente, vents, dont l'action est en rapport avec l'orientation, etc., tous les autres facteurs, et en particulier le facteur de la rotation terrestre, ont une influence soit supplémentaire et imperceptible, soit contradictoire, mais minuscule, et de fait contredite[1].

« Si la rotation terrestre agit en vérité, l'action n'en peut être traduite que par des effets de second ordre. Qui ne méconnaît ni la nature même de cette cause spéciale, ni la réalité géographique des multiples autres causes, tectoniques, topographiques et climatiques, doit être surpris, non plus de la relative rareté, mais au contraire de la relative généralité, de l'importance et du grand nombre des faits qui manifestent l'inégale attaque des deux rives d'un cours d'eau : *guirlandes* à concavité sur la droite (Danube ou Rhin), surélévation presque continue de la rive droite de long fleuves (Volga ou Dniepr), etc.

[1] Voilà comment nous admettons avec M. *L. A. Fabre* (La dissymètrie des vallées et la loi dite de Baer particulièrement en Gascogne, dans *La Géographie,* VIII, 1903) que beaucoup de cas de dérivation des thalwegs (vallées du Lannemezan, Rhône, etc) s'expliquent par des facteurs géographiques locaux : vents, pente, charriage des affluents, etc. Voilà comment nous approuvons l'esprit de véritable observation qui se traduit par une phrase comme celle-ci : « Si le Mississipi se montre récalcitrant à la loi de Baer, il se conforme sans doute, comme la plupart de ses pareils, à d'autres lois moins abstraites et plus naturelles. » (P. 314). Et pourtant nous estimons que dans la conclusion suivante le mot "unique" dépasse les prémisses : « Cet exposé sommaire des cas les plus intéressants de vallées dissymétriques et de déviations fluviales établit que le double phénomène est sous la dépendance unique de causes géologiques et géographiques. » (P. 315)

« Or ces faits correspondent à des chenaux d'écoulement, où les eaux, échappant à la souveraineté exclusive de toute influence, sont en état de subir et de marquer l'influence assez faible, mais continue, incessante, qui résulte de la rotation de la terre. Comment se traduit cette action ? Non seulement les filets d'eau tendent à glisser avec plus de vitesse et plus de force vers la droite (Baines, Günther) ; mais encore tous les mouvements tourbillonnaires hésitant sont déclanchés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

« Si la loi de Baer, sous sa forme absolue et exagérée, doit être rejetée, il n'en semble pas moins vrai que dans la géographie des cours d'eau toute une catégorie de faits disséminés, mais exactement localisés et similaires, peuvent être légitimement attribués au mouvement quotidien de la terre sur elle-même[1]. »

Qui ne voit la parfaite concordance entre ces portions moyennes des cours d'eau où se révèlent les marques d'une dissymétrie et d'une déviation vers la droite, et ces portions moyennes des cours d'eau où se rencontrent les rapides manifestant une prédominance incontestable du sens de rotation des tourbillons en sens inverse des aiguilles d'une montre ?

Nos connaissances générales sur l'écoulement des liquides dans la nature sont encore très incomplètes. Nos études personnelles de vorticologie sont encore bien loin d'être achevées. Mais il y a là déjà un fait de concordance qui nous a paru digne d'être signalé et interprété.

[1] Bernard et Jean Brunhes, Les analogies des tourbillons atmosphériques et des tourbillons des cours d'eau, etc., *Annales de Géographie*, 15 janvier 1904, p. 20.

L'HYSTÉRÉSIS MAGNÉTIQUE

AUX FRÉQUENCES ÉLEVÉES

DANS

le Fer, le Nickel et les Aciers au nickel

PAR

CH.-Eug. GUYE et A. SCHIDLOF.

AVANT-PROPOS

On sait que l'aimantation d'un corps magnétique dépend non seulement de la valeur actuelle du champ mais aussi de l'état magnétique antérieur du corps. Ce fait a été observé pour la première fois en 1880 par M. Warburg, et indépendamment, en 1881, par M. Ewing, auquel est dû le nom d'hystérésis qui caractérise ce genre de phénomènes.

L'hystérésis magnétique est, comme on sait, la cause d'une dissipation d'énergie très importante dans les applications industrielles des courants alternatifs ; elle se manifeste en effet partout où un noyau magnétique se trouve exposé à un champ variable.

Mais à ce point de vue, nous pouvons distinguer deux cas. Le premier est celui d'une aimantation oscillante, produite par exemple au moyen d'un courant

alternatif qui circule dans une bobine allongée contenant un noyau magnétique parallèle à l'axe. On donne souvent le nom d'*hystérésis alternative* à l'hystérésis produite dans ces conditions.

Le second cas est celui de l'hystérésis dite *rotative*, que l'on observe lorsqu'un noyau tourne dans un champ magnétique ou, inversément, lorsqu'un noyau fixe se trouve exposé a un champ tournant.

Sous l'une ou l'autre de ces deux formes, l'hystérésis magnétique a souvent fait l'objet de recherches expérimentales.

Le présent travail portant uniquement sur l'hystérésis alternative, nous nous bornerons à passer en revue les principales méthodes qui ont été employées dans l'étude de ce phénomène.

Parmi les procédés employés pour l'étude de l'hystérésis alternative, nous pouvons distinguer ceux relatifs à l'étude des cycles lents et ceux concernant l'étude des cycles parcourus rapidement, en désignant par cycles rapides, les cycles d'aimantation correspondant aux fréquences voisines ou supérieures aux fréquences industrielles.

On a parfois appelé hystérésis statique le phénomène observé dans les cycles parcourus lentement ou par bonds successifs. Les mesures sont alors généralement effectuées par des méthodes magnétométriques ou balistiques.

Dans le présent travail nous nous occuperons uniquement des cycles rapides, qui peuvent être étudiés soit par des méthodes directes, soit par des méthodes indirectes.

La première catégorie comprend les procédés de

mesure abordant directement l'étude du cycle d'aimantation (on peut citer parmi ces méthodes celle de J. et B. Hopkinson, basée sur l'emploi d'un disque de Joubert).

La deuxième catégorie serait celle des méthodes indirectes basées sur la mesure de l'énergie dissipée sous forme de chaleur.

Les travaux, très nombreux, parus jusqu'à ce jour sur l'hystérésis magnétique, sont loin d'avoir conduit à des résultats concordants. Une théorie complète, propre à guider les recherches sur ce phénomène très complexe, fait jusqu'à présent défaut.

En 1890 Steinmetz a donné une expression de l'énergie dissipée dans un cycle en fonction de l'induction limite. Dans le cas où les deux limites de l'induction sont égales et de signe contraire, cette expression affecte la forme :

$$W = \eta B^{1,6}$$

W étant la perte par cycle, η un coefficient numérique dépendant du matériel magnétique, et B l'induction maxima. Cette formule, obtenue par des considérations théoriques, a été vérifiée par Steinmetz pour un grand nombre de corps magnétiques. Ce n'est d'ailleurs qu'une loi approximative.

Comme on le voit, cette loi ne tient nullement compte d'une influence possible de la rapidité des variations sur la perte d'énergie par cycle. Cependant c'est justement sur ce point que les résultats des expériences faites jusqu'à présent se montrent divergents.

La première partie du présent travail s'occupe de la question suivante : la puissance consommée par l'hys-

térésis est-elle oui ou non une fonction linéaire de la fréquence? En d'autres termes, la perte d'énergie par cycle dépend-elle de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru?

La deuxième partie contient une étude comparative des pertes d'énergie par hystérésis alternative dans quelques corps magnétiques à une fréquence élevée et pour différentes saturations.

PREMIÈRE PARTIE

Recherches sur la variation de l'hystérésis magnétique avec la fréquence

I. *Aperçu historique.*

Avant d'exposer la méthode employée dans le présent travail, il est indispensable de passer en revue les principaux résultats des expériences antérieures. M. Maurain dans son ouvrage : Le « magnétisme du fer »[1], à consacré à cette question un chapitre spécial intitulé : Influence de la rapidité de variation sur l'énergie dissipée dans un cycle d'aimantation. Dans une publication récente[2] il expose les derniers travaux relatifs à ce problème.

Les exposés très complets de M. Maurain nous permettent de nous borner à une critique brève des expériences faites jusqu'à ce jour, en insistant principalement sur les points auxquels se rattache le présent travail.

[1] Le magnétisme du fer. *Scientia,* 1899.

[2] Progrès récents dans l'étude du magnétisme. E. E. 1903, 37, p. 5 et 45.

Les plus anciens travaux concernant ce problème sont dus à MM. Warburg et Hönig[1], qui se posèrent la question suivante : le travail dépensé dans un cycle d'aimantation se transforme-t-il uniquement et complètement en chaleur? Pour trancher la question, il placèrent un faisceau de fils de fer fins, isolés les uns des autres, dans le réservoir d'un thermomètre à éther et l'exposèrent aux variations d'un champ magnétique. Le champ magnétique variable était produit par un courant électrique dont on changeait le sens au moyen d'un commutateur. La fréquence réalisée était de 4,2 par seconde. L'énergie transformée en chaleur mesurée à l'aide du thermomètre, fut comparée à l'énergie dissipée dans un cycle lent. MM. Warburg et Hönig arrivèrent à la conclusion que l'énergie dépensée dans un cycle rapide n'est que les deux tiers de l'énergie dépensée dans un cycle lent.

Des méthodes analogues à celles de MM. Warburg et Hönig ont été employées par M. Tanakadaté[2] et par M. Weihe[3] Le principe de ces recherches est la comparaison entrela perte d'énergie dans un cycle rapide, évaluée au moyen d'une méthode thermique, et celle obtenue dans un cycle lent, mesurée à l'aide d'un procédé statique.

Dans ces deux derniers travaux, la perte par cycle[4]

[1] Warburg et Hönig. *Wied. Ann.*, 1883, vol. 20 p. 814.

[2] Tanakadaté. *Phil. Mag.*, 5me série, vol. 28, p. 207, 1889.

[3] Weihe. *Wied. Ann.* vol. 61, p. 578, 1897.

[4] Imitant l'exemple de M. Maurain, nous employons la notation W_s pour désigner l'énergie dépensée dans un cycle lent, dit statique, et W_a pour désigner l'énergie dépensée dans un cycle parcouru rapidement (cycle rapide). Nous désignerons en outre par N la fréquence des variations du champ magnétique (nombre des cycles par seconde).

(W_s) mesurée par la méthode statique, fut trouvée plus grande que celle de l'hystérésis alternative (W_a). La différence entre W_s et W_a est à peu près de 20 %. Quant au principe même de ces méthodes, on peut observer que l'emploi de deux procédés essentiellement différents pour évaluer d'une part W_a, de l'autre W_s, peut facilement conduire à une augmentation des causes d'erreur en introduisant des erreurs systématiques difficiles à évaluer. Cependant, comme l'observe M. Maurain, on pourrait se demander, vu les résultats de ces travaux, si réellement toute l'énergie dissipée par l'hystérésis se transforme bien en chaleur. Les procédés analogues à la méthode de MM. Warburg et Hönig seraient incapables de trancher la question, et le seul procédé correct consiste à comparer aux mêmes fréquences la chaleur dégagée et l'énergie électrique dépensée dans un cycle d'aimantation. C'est ce qui a été fait par un certain nombre d'expérimentateurs parmi lesquels il convient de citer M. Strauss[1] et M. Trilsky[2]. Ces travaux amènent à la conclusion qu'aux erreurs d'expériences près, la perte d'énergie électrique (mesurée au wattmètre) se retrouve sous forme de chaleur (mesurée par un procédé thermique). On peut donc admettre que l'énergie dissipée dans un cycle d'aimantation, se retrouve entièrement sous forme de chaleur. Par une méthode purement calorimétrique, M. Borgmann[3] a mesuré la chaleur dégagée dans des tubes de fer, fendus suivant une génératrice (pour réduire les courants in-

[1] Strauss. Dissertation, Zurich 1896.
[2] Trilsky. Dissertation, Zurich 1900.
[3] Borgmann. *Jour. de la Soc. phys.-chim. russe*, tome XIV, p. 67, 1882. *Journ. de phys.* (2), tome II, p. 574, 1883.

duits), soumis à des champs variables de fréquence 5, 10, 20. L'énergie dissipée par cycle fut dans ces conditions à peu près indépendante de la fréquence. Plus tard MM. Evershed et Vignoles[1], par une méthode thermométrique, obtinrent le même résultat que M. Borgmann.

Des procédés multiples ont été employés pour mesurer l'énergie électrique dépensée dans un cycle d'aimantation soit statique, soit rapide. Ainsi M. Steinmetz[2] et plus tard M. Gray[3] ont fait usage du wattmètre. Le premier trouve que W_a augmente avec la fréquence ; le second n'a pas observé de variations sensibles entre les fréquences 50 et 130.

MM. J. et B. Hopkinson, Wilson et Lyndall[4] ont employé un procédé basé sur l'emploi d'un disque de Joubert. La surface du cycle statique fut comparée à celle du cycle rapide. Ils trouvèrent, à l'opposé des savants cités en premier lieu, W_a plus grand que W_s.

M. Niethammer[5] à l'aide de la méthode Hopkinson-Joubert, puis M. Williams au moyen d'une méthode indiquée par Kaufmann[6], trouvèrent également W_a plus grand que W_s.

Breslauer[7] obtint des aires presque identiques de la boucle statique et d'une boucle correspondant à la

[1] Evershed et Vignoles « *The Electr.* », t. 29, p. 592 et 605. 1892.

[2] Steinmetz. *Trans. of the American Inst. of el eng.*, tome 9 p. 8, 1892.

[3] Gray. *Proc. Roy. Soc. London*, t. 56, p. 48. 1894.

[4] J. et B. Hopkinson, Wilson et Lyndall. *Proc. Roy. Soc.*, vol. 53, p. 352, 1893.

[5] Niethammer. *Wied. Ann.*, t. 66, p. 29, 1898.

[6] Kaufmann. *Verh. der deutsch. phys. Ges.*, vol. 1, p. 42, 1899.

[7] Breslauer. Dissertation. Berlin 1895.

fréquence 25. Cependant il y a une petite différence entre W_a et W_s, etc'est encore W_a qui est trouvé un peu plus grand.

M. Klemencic[1], en étudiant l'amortissement des oscillations électriques des condensateurs pour des fréquences de 1000 à 2000, trouva W_a plus grand que W_s. La différence est considérable (presque 50 °/₀) pour des fils de fer doux; très petite pour des fils d'acier ou de nickel. Il vérifia ces résultats par des expériences postérieures, étendues jusqu'à la fréquence $N = 4000$. M. Dina[2] trouve également W_a un peu plus grand que W_s (différence à peu près de 7 °/₀). MM. Honda et Shimizu[3], en comparant W_a et W_s, arrivèrent à un résultat plus complexe. Mais, comme le fait observer M. Maurain, les courants de Foucault doivent avoir une grande importance dans ces expériences, le diamètre des fils employés étant de 1,35^{mm}. Dans ces conditions, il devient pour ainsi dire impossible de savoir quelle est la part d'énergie absorbée par l'hystérésis seule.

La divergence des résultats cités jusqu'à présent semble devoir être attribuée à un phénomène secondaire, pouvant augmenter ou diminuer selon les conditions d'expérience, les pertes totales observées et attribuées par erreur à l'hystérésis seule. On ne peut plus douter à l'heure qu'il est, que ces perturbations sont dues en majeure partie aux courants induits (courants de Foucault), dont on n'a pas suffisamment étudié le rôle et l'importance. Cette lacune vient d'être comblée

[1] Klemencic. *Wien. Ber.*, vol. 103 p. 724, 1895. *Wien. Ber.* vol. 107, p. 330. 1898.
[2] Dina. *Electrotechn. Zeitschr.*, tome XXI, p. 470, 1900.
[3] Honda et Shimizu. *The Phys. Rev.*, tome XIII, p. 81, 1901.

par un certain nombre de travaux récents, parmi lesquels un des plus importants est le travail de M. Wien[1]. La méthode employée repose en principe sur la mesure de la résistance et de la self-induction de la bobine contenant le noyau à étudier, noyau formé de fils de fer fins. Le courant de haute fréquence était produit par un alternateur spécial nommé par M. Wien « Wechselstromsirene », qui fournissait un courant sinussoïdal. M. Wien fit des expériences à trois fréquences différentes : $N = 128$, $N = 256$, $N = 528$, et il compara les variations de la perméabilité magnétique μ obtenues à ces hautes fréquences aux variations trouvées en étudiant le cycle statique.

A champ magnétisant-limite égal, il trouve, tantôt W_a plus grand que W_s, tantôt W_a plus petit que W_s, selon la dureté de l'échantillon étudié. La différence entre W_a et W_s est d'autant plus petite que l'échantillon est plus dur. M. Wien, en se basant sur ces résultats, analyse les effets possibles des courants induits. Ces courants, en protégeant l'intérieur des fils contre les variations du champ magnétisant, produisent un retard de l'induction sur le champ, d'autant plus considérable que le point considéré est plus éloigné de la surface. Il en résulte d'une part un aplatissement et d'autre part un élargissement des boucles d'hystérésis. Evidemment, selon que l'un ou l'autre de ces effets l'emporte, la perte d'énergie est augmentée ou diminuée. Indépendamment de M. Wien, M. Maurain[2] est arrivé aux mêmes conclusions à l'aide d'une méthode beaucoup plus

[1] Wien. *Wied. Ann.*, t. 66, p. 859, 1898.

[2] Maurain. *Ann. de chim. et phys.* (7), tome XIV, p. 282, 1898.

simple. M. Maurain se servit de la méthode Hopkinson-Joubert quelque peu modifiée. Il employa des noyaux dont l'un était plein et les autres composés de fils de fer de diamètres décroissants jusqu'à une limite de 0,2^{mm}. Le maximum du flux d'induction se montra toujours en retard sur celui du champ magnétisant, retard d'autant plus considérable que la section des fils composant le noyau était plus grande.

M. Maurain étudia les variations de l'hystérésis entre les limites de fréquence de 18 à 56. Dans cet intervalle l'action des courants de Foucault baissait la perte d'énergie par cycle de 43 °/₀ lorsqu'on opérait avec un noyau plein. Les variations de ces pertes devenaient insensibles dans les expériences avec des noyaux de fils fins (0,5-0,2^{mm}). Le fait qu'en fractionnant le noyau de plus en plus, on s'approche d'une façon continue et régulière d'une limite où la perte d'énergie par cycle devient indépendante de la fréquence, met bien en évidence le fait qu'il faut attribuer aux courants de Foucault les perturbations produisant la divergence des résultats antérieurs relatifs au rapport des quantités W_a et W_s.

C'est aux mêmes conclusions qu'arrivent MM. Guye[1] et Herzfeld[2], par des recherches dont le présent travail est la continuation. Nous exposerons dans la suite la méthode, le dispositif et les résultats de ces expériences.

[1] Guye et Herzfeld. *C. R.* 20 avril 1903. *Arch. des Sc. phys. et nat* (4), vol. XIV, p. 380, 1902.

[2] Herzfeld. Dissertation. Darmstadt, 1903.

II. *Méthode employée par MM. Guye et Herzfeld.* *(Pl. V, fig. 1[1].)*

C'est par un procédé thermique que ces recherches ont été effectuées.

Deux fils de fer 1 et 3, identiques quant à leur longueur et leur diamètre, forment les deux branches d'un bolomètre. Le circuit reçoit le courant d'un accumulateur, ne produisant aucune déviation dans le galvanomètre du pont 5, lorsque le contact mobile sur la corde 2 et 4 est amené dans la position d'équilibre. Chacun des fils de fer 1 et 3 est tendu suivant l'axe d'une longue bobine. Ces deux bobines sont aussi identiques que possible ; chacune porte deux enroulements qui, au moyen d'un commutateur, peuvent être couplés de deux façons différentes. Dans un premier mode de couplage, le courant traverse un enroulement en sens inverse de l'autre, de sorte que l'action magnétique à l'intérieur de la bobine est nulle. Par le jeu du commutateur, on réalise un second couplage, où le courant traverse les deux enroulements dans le même sens. On produit de cette manière à l'intérieur de la bobine un certain champ magnétique dont l'intensité dépend de celle du courant magnétisant.

Les enroulements des deux bobines, groupés en série, sont traversés à tout instant par le même courant. Au début de chaque expérience on établit l'équilibre du pont, le champ magnétique étant nul dans chaque

[1] Le détail de ces expériences n'ayant pas été publié en français, nous en donnons ici un résumé rapide. — La planche V sera publiée avec la suite du travail.

bobine. A cet effet, on amène le contact mobile dans une position convenable. Dans ces conditions, la chaleur du courant agit d'une façon symétrique sur les deux fils de fer 1 et 3, et le déplacement de l'équilibre du pont est nul ou extrêmement lent. En actionnant alors l'un des commutateurs, on renverse le sens du courant dans l'un des enroulements. On produit de cette façon dans l'une des bobines un champ magnétique uniforme lorsque le courant traversant les bobines est continu, et oscillant si le courant est alternatif. Dans ce dernier cas, l'hystérésis magnétique se manifeste par un échauffement du fil, et l'élévation de température qui en résulte amène une élévation de la résistance électrique du fil. Cette augmentation de résistance s'accuse au galvanomètre du pont par une certaine déviation. Grâce à la petitesse de la section du fil, le nouvel équilibre stationnaire s'établit presque instantanément, et la déviation du galvanomètre devient presque immédiatement constante.

Si l'on n'envisage que des élévations de température assez petites pour que le refroidissement s'effectue suivant la loi de Newton, l'élévation de température stationnaire du fil (t) est rattachée à la quantité de chaleur dégagée (W) dans l'unité de temps par la formule :

$$W = JSEt$$

J désignant l'équivalent mécanique de la chaleur, E le refroidissement spécifique par unité de surface, et S la surface du fil.

Les quantités JSE dans le second membre de cette expression, sont des constantes pour une même série d'expériences. En effet S ne dépend que du fil employé,

E dépend uniquement de la nature et de la température du fil et de celle de l'enceinte. Or, ces deux dernières quantités restent sensiblement invariables dans une même série d'observations, l'intensité du courant restant la même, la fréquence seule variant. Les considérations exposées plus haut ne permettraient plus de considérer E comme constante s'il s'agissait de comparer plusieurs séries faites à différentes intensités de courant, car avec l'intensité du courant la température du fil ainsi que celle de l'enceinte changerait.

Quoi qu'il en soit, si l'on se borne à ne prendre en considération que des expériences faites avec des courants de même intensité, on peut regarder E comme constant, ce qui permet de poser : »

$$t = \mathrm{CW}$$

expression dans laquelle

$$\mathrm{C} = \frac{1}{\mathrm{JSE}}$$

est une constante.

En vertu de la théorie bien connue du bolomètre, la déviation obtenue au galvanomètre du pont est proportionnelle à l'élévation de la température stationnaire, c'est-à-dire à la quantité de chaleur dégagée par seconde W. Les déviations de l'aimant du galvanomètre mesurent donc directement l'énergie dissipée par l'hystérésis magnétique dans l'unité de temps.

Disons en terminant que le courant alternatif de haute fréquence dont on s'est servi dans ces expériences, était fourni par une génératrice de construction spéciale, qui donnait un courant approximativement sinussoïdal. En variant la vitesse du moteur qui actionnait l'induit de la génératrice, on pouvait obtenir toutes les

fréquences comprises dans le vaste intervalle de 100 à 1250.

III. *Résultats des recherches de MM. Guye et Herzfeld.*

En employant la méthode exposée plus haut, MM. Guye et Herzfeld arrivèrent à la conclusion que la courbe représentant les pertes d'énergie en fonction de la fréquence n'est pas, en général une droite. Cependant, si l'on prend des fils de diamètres décroissants, on arrive à diminuer la concavité de cette courbe; pour un fil suffisamment fin, elle affecte sensiblement le caractère d'une droite.

Les premières expériences portaient sur un fil d'un diamètre de 0,374^{mm}. La section de ce fil comparée à la section de la bobine, est suffisamment petite pour qu'on puisse négliger la réaction du corps aimanté sur le champ magnétisant.

Cette remarque est valable à plus forte raison pour toutes les autres expériences où les fils employés avaient des sections considérablement plus faibles.

Les bobines dont on s'est servi dans ces recherches, avaient une longueur d'un mètre et un diamètre d'environ 2 cm. Les fils de fer d'une longueur de 90 cm, n'occupaient que la partie sensiblement uniforme du champ des bobines.

La longueur de ces fils, très grande par rapport à leur faible dimension transversale, autorisait à ne point tenir compte de l'action démagnétisante des extrémités libres.

Trois séries d'expériences furent faites. La première en employant un courant magnétisant de 3 ampères efficaces (champ magnétisant $H = 56,6$ c. g. s.), la

deuxième avec 1 ampère (H = 18,84 c. g. s.) et la troisième avec 0,5 ampère (H = 9,42 c. g. s.). Dans chaque série on déterminait les pertes d'énergie pour 10 à 11 fréquences différentes, réparties d'une façon régulière entre les limites de 165 à 1200.

Les courbes représentant la première et la deuxième série (H = 56,6 c. g. s. et H = 18,84 c. g. s.) montrent une courbure assez marquée ; elles tournent leur convexité vers l'axe des abscisses sur lequel on a porté les fréquences. La troisième série est représentée par une droite.

Si, en se basant sur les recherches théoriques de Steinmetz, on considère la puissance consommée par l'hystérésis comme une fonction linéaire de la fréquence, et si l'on attribue aux courants de Foucault la courbure des graphiques représentant les pertes d'énergie en fonction de la fréquence, on est conduit à représenter la puissance consommée totale par une équation de la forme :

$$Y = AN + BN^2$$

vu que l'énergie dissipée par les courants de Foucault est proportionnelle au carré de la fréquence. Cependant les expériences ont montré que le terme BN^2 diminuait d'une manière manifeste aux fréquences élevées. En effet les courants de Foucault interviennent dans ce phénommène de deux façons différentes ; d'une part, ils augmentent la chaleur dégagée, de l'autre ils diminuent le champ magnétisant actif à l'intérieur du fil. Selon que l'un ou l'autre de ces effets l'emporte, la perte d'énergie est augmentée ou diminuée.

Ces deux effets, agissant en sens inverse l'un de

l'autre, peuvent se compenser complètement dans certains cas particuliers. C'est ce que prouve la troisième série faite avec un champ de 9.42 a. g. s. : la courbe de cette série étant, comme nous venons de l'exposer, une droite.

En second lieu, les auteurs étudièrent les pertes d'énergie dans un fil de 0, 235^{mm} de diamètre, et cela pour quatre saturations différentes, soit H = 56,6 c.g.s., 37,68 c. g. s., 18,84 c. g. s., 9,42 c. g. s., correspondant respectivement aux intensités I = 3 ampères. 2 amp., 1 amp., 0,5 amp.

Les courbes qui se rapportent à ces quatre séries, montrent les mêmes particularités que celles du premier groupe d'expériences, en mettant en évidence le double rôle des courants de Foucault. Les deux premières séries (H = 56,6 et H = 37,68), donnent lieu à des courbes qui ne peuvent pas être représentées par l'équation ci-dessus. Cette représentation s'applique par contre aux courbes correspondant aux deux dernières séries (H = 18,84 et H = 9,42), qui affectent une allure sensiblement parabolique. Ceci prouve que l'importance des courants de Foucault a beaucoup diminué, leur action démagnétisante étant devenue négligeable au moins dans les deux dernières séries.

Enfin, en employant un fil de 0,155^{mm}, les résultats obtenus pour les quatre séries effectuées avec les mêmes courants magnétisants que précédemment, pouvaient être représentés par l'équation :

$$Y = AN + BN^2$$

Il faut en conclure que l'action démagnétisante des courants de Foucault n'intervenait plus alors. On voit

qu'en diminuant progressivement la section du noyau, on diminue de plus en plus la cause perturbatrice qui masque la véritable nature du phénomène.

L'importance de ces effets perturbateurs étant suffisamment réduite, la loi s'exprime alors à l'aide d'une simple formule parabolique. La conclusion s'impose donc que dans ces conditions relativement simples, la perte d'énergie totale est produite par l'addition de deux pertes partielles, dont l'une, due à l'hystérésis seule, serait proportionnelle à la première puissance de la fréquence, l'autre, due aux courants de Foucault, serait proportionnelle au carré de la fréquence.

Pour avoir la preuve définitive de ce fait, il convenait donc de diminuer encore davantage le diamètre du fil, de façon à éliminer totalement l'action des courants de Foucault et à ne plus laisser subsister que le phénomène de l'hystérésis.

C'est en effet ce que les expériences de MM. Guye et Herzfeld ont confirmé. En opérant snr un fil de 0,038^{mm},les courbes représentant la perte d'énergie en fonction de la fréquence, étaient des droites. Malheureusement dans ces expériences, une action secondaire se manifesta par le fait que les droites expérimentales ne passaient pas par l'origine des axes de coordonnées. La sensibilité nécessitée pour ces expériences avait introduit une nouvelle cause d'erreur. On sait depuis longtemps, en effet, que la résistance électrique des corps magnétiques augmente lorsqu'on les expose à l'action d'un champ magnétisant. L'influence directe du champ produit une augmentation de résistance qui vient s'ajouter à celle résultant de l'élévation de température du fil, conséquence de la dissipation d'énergie dont il est le siège.

Tant que les fils ne sont pas trop fins, cette cause perturbatrice est négligeable parce que l'élévation de température stationnaire produit alors une variation très appréciable de la résistance électrique. Mais avec les fils très fins cette élévation de température devient très petite ; la précision diminue alors, quelque soit d'ailleurs la sensibilité que l'on donne au galvanomètre; et finalement, pour des fréquences très petites, la cause perturbatrice agit pour ainsi dire seule sur la déviation du galvanomètre.

Pour démontrer que cette anomalie était vraiment due à l'action directe du champ, on exposa le fil à l'action d'un champ uniforme produit au moyen d'un courant continu. La déviation obtenue au galvanomètre par suite de la variation de résistance du fil, fut trouvé du même ordre de grandeur que celle correspondant à l'ordonnée à l'origine de la courbe représentative. Ces expériences avaient donc rendu probable sinon certain, que l'hystérésis par cycle est indépendante de la fréquence, le désaccord des recherches antérieures s'expliquant par l'intervention des courants de Foucault.

Toutefois il était désirable de répéter les expériences avec le fil le plus fin, dans des conditions où l'effet perturbateur qui avait produit l'anomalie citée, n'intervînt pas, ou du moins fût négligeable par rapport aux vraies pertes d'énergie. Tel a été le but du présent travail.

(A suivre.)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

PENDANT LES MOIS DE

mars, avril et mai 1904

(PRINTEMPS 1904.)

OBSERVATIONS DIVERSES

Mars 1904.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 11 à Savatan; les 12, 20 et 29 à Dailly; les 1, 2, 11, 12, 20, 23, 24, 26, 28, 30 et 31 à l'Aiguille.

Neige sur le sol du 1 au 3 et les 12 et 31 à Lavey; du 1 au 5 et les 12 et 31 à Savatan; du 1 au 15, le 20, du 23 au 26 et le 31 à Dailly; du 1 au 20, du 23 au 28 et les 30 et 31 à l'Aiguille.

Fœhn : les 6, 7, 8 et 9 à Lavey et à Savatan, et le 8 à Dailly.

Avril 1904.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 23 à Savatan; les 1, 4, 17, 22, 23, 25, 26 et 27 à Dailly; les 4, 8, 10, 17, 22, 23, 24, 26 et 27 à l'Aiguille.

Neige sur le sol les 1, 2, 5 et 8 à Dailly; du 1 au 12 et les 27 et 28 à l'Aiguille.

Fœhn : les 12, 13, 14, 15 et 16 à Lavey et à Savatan; les 14, 15 et 16 à Dailly.

Mai 1904.

Brouillard. — *Brouillard pendant une partie de la journée* : le 24 à Lavey; les 6. 10, 11, 20, 27 et 28 à Dailly; les 3, 4, 7, 19, 20, 22 et 23 à l'Aiguille.

Neige sur le sol du 7 au 9 à l'Aiguille.

Fœhn : le 31 à Lavey et à Savatan.

Orages : les 20, 22, 27 et 31.

MOIS DE MARS 1904

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	694.7	647.2	**- 4.4**	**- 7.9**	**99**	96	10	10	10	4.3	**6**	4.5	**5**	6.6	8	4.8	8
2	698.5	651.0	- 2.1	- 3.8	78	69	6	7	4	....	....	....	....	....	....	....	....
3	699.6	652.5	+ 1.1	+ 1.3	75	46	6	7	4	....	....	....	....	....	....	....	....
4	698.6	652.2	1.9	3.7	82	49	7	5	3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	698.8	652.2	3.0	3.4	81	59	4	7	4	....	....	....	....	....	....	....	....
6	699.3	652.8	4.9	3.2	64	54	6	3	4	....	....	....	....	....	....	....	....
7	698.0	651.9	7.5	2.7	40	50	4	6	5	....	....	....	....	....	....	....	....
8	698.7	653.3	**9.4**	4.7	45	46	7	7	4	....	....	....	....	....	....	....	....
9	700.7	654.2	8.5	4.2	65	72	10	10	10	1.4	....	0.3	....	0.7	....	....	....
10	702.7	656.5	6.8	+ 2.9	76	74	8	6	8	2.5	....	3.1	....	2.7	1	1.8	4
11	704.7	657.4	+ 0.7	- 2.8	91	**99**	10	10	10	2.7	....	1.2	1	2.9	1	2.3	3
12	702.3	654.4	- 0.4	- 3.9	82	93	5	6	6	....	....	....	....	1.2	1	....	....
13	699.3	652.3	+ 1.8	- 0.5	61	58	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	697.7	651.5	5.3	+ 2.8	42	40	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	699.6	653.3	8.3	**5.2**	**36**	**32**	2	3	2	....	....	....	....	....	....	....	....
16	700.0	654.2	7.5	3.8	57	52	7	7	6	....	....	....	....	....	....	....	....
17	698.1	652.2	7.3	4.2	68	64	8	7	6	....	....	....	....	....	....	....	....
18	703.3	656.3	7.2	3.5	58	59	2	2	2	....	....	....	....	....	....	....	....
19	**707.3**	659.9	5.3	1.9	69	75	7	4	6	1.5	....	1.4	....	2.0	4	2.1	4
20	706.3	**660.1**	5.2	2.2	73	66	6	2	4	....	....	....	....	....	....	....	....
21	705.1	658.8	7.3	4.7	44	40	0	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	705.8	659.2	8.0	+ 4.1	55	55	4	3	3	....	....	....	....	0.5	1	0.1	1
23	703.7	656.6	1.8	- 1.9	80	86	10	9	10	4.8	....	3.8	....	9.4	8	10.2	6
24	697.9	651.3	2.3	- 1.7	78	94	8	7	9	....	....	....	....	0.1	....	0.1	....
25	701.2	653.8	3.1	+ 0.1	74	72	7	5	7	2.1	...	2.5	....	3.2	2	2.3	4
26	703.2	656.2	5.0	2.5	72	70	5	6	6	....	....	....	....	1.2	....	....	....
27	703.2	656.7	7.2	4.5	67	74	5	7	5	....	....	....	....	....	....	....	....
28	705.0	658.5	7.2	3.5	83	90	9	10	10	....	....	....	....	....	....	....	....
29	702.3	656.1	5.7	+ 2.9	88	95	7	9	7	7.0	....	....	....	8.5	....	0.7	1
30	**689.7**	**646.6**	0.9	- 1.1	98	97	10	8	10	**18.0**	2	**15.7**	**5**	**12.1**	**14**	**16.4**	**15**
31	698.4	650.3	+ 0.5	- 2.9	77	68	9	9	8	....	....	0.1	....	0.2	....	....	....
Mois	700.77	654.18	+ 4.31	+ 1.47	70	67	6.0	5.8	5.6	44.3	8	32.6	11	51.3	40	40.8	46

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1904

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	Moyenne mm.
1re décade...	698.63	698.56	699.67	698.95	651.91	652.10	653.15	652.39
2me » ...	701.96	701.64	702.01	701.87	654.89	654.90	655.68	655.16
3me » ...	701.59	701.59	701.05	701.41	654.51	654.87	655.37	654.92
Mois..	700.75	700.63	700.91	700.77	653.79	653.99	654.75	654.18

Température.

	Savatan					
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Moyenne °	Minim. moyen °	Maxim. moyen °
1re décade...	+ 1.90	+ 5.84	+ 3.22	+ 3.65	+ 0.9	+ 7.9
2me » ...	1.94	7.66	4.84	4.81	0.9	10.0
3me » ...	2.40	6.95	4.02	4.45	1.1	8.8
Mois..	2.09	6.82	4.03	4.31	1.0	8.9
	Dailly					
1re décade...	- 0.41	+ 3.45	+ 1.30	+ 1.45	- 1.7	+ 4.7
2me » ...	- 0.33	4.02	1.25	1.65	- 2.0	5.9
3me » ...	- 0.06	2.70	1.35	1.33	- 1.6	4.7
Mois..	- 0.26	+ 3.37	+ 1.31	+ 1.47	- 1.8	+ 5.1

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	72	64	75	70	65	58	61	61
2me » ...	76	55	61	64	70	59	62	64
3me » ...	84	62	77	74	79	72	79	76
Mois..	78	60	71	70	72	63	68	67

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	6.4	6.3	7.4	6.7	7.5	8.0	4.7	6.7	5.1	5.9	5.8	5.6
2me » ...	5.4	4.0	4.4	4.6	4.3	3.2	4.6	4.0	4.5	3.4	4.8	4.2
3me » ...	5.7	6.5	7.8	6.7	6.3	6.2	7.1	6.5	5.9	6.8	7.9	6.9
Mois..	5.8	5.6	6.6	6.0	6.0	5.8	5.5	5.8	5.2	5.4	6.2	5.6

MOIS D'AVRIL 1904

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité Savatan	Nébulosité Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	705.1	657.5	+ **4.0**	+ 1.7	71	67	10	10	10	11.9	....	12.6	....	12.4	3	10.8	....
2	711.0	663.8	5.5	1.4	60	70	5	5	4	....	....	....	....	....	....	....	....
3	709.6	663.0	8.8	6.6	44	45	6	5	5	10.0	....	8.7	....	7.6	....	5.8	....
4	708.4	661.2	4.7	2.3	87	100	10	9	10	12.0	....	8.0	....	5.6	2	6.2	4
5	**711.3**	**664.0**	5.1	**1.1**	61	72	4	4	5	....	....	....	....	1.2	....	0.4	....
6	707.7	661.2	8.1	6.5	73	73	8	7	7	4.0	....	5.8	....	7.6	....	6.2	....
7	704.4	658.7	8.3	5.2	85	78	7	6	9	5.8	....	6.6	....	7.1	**7**	4.4	**5**
8	707.5	660.5	4.2	1.6	94	97	10	9	10	9.6	....	7.2	....	8.3	....	4.7	....
9	707.2	661.0	10.3	7.5	73	77	1	1	2	0.6	....	0.7	....	1.6	....	2.8	....
10	706.1	660.2	10.7	6.6	65	71	4	2	5	0.5	....	0.5	....	1.5	....	0.2	....
11	704.6	658.5	9.3	8.5	55	50	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	703.3	658.6	13.5	9.4	36	36	1	0	0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	701.0	656.4	15.5	11.3	40	52	4	4	5	3.2	....	3.7	....	4.2	....	2.2	....
14	701.5	656.8	16.2	11.0	43	51	3	8	6	....	....	....	....	....	....	....	....
15	**697.1**	653.4	**19.8**	**15.4**	**29**	**31**	4	4	4	....	....	....	....	....	....	....	....
16	698.8	653.6	15.5	10.9	53	60	5	5	4	4.8	....	5.0	....	6.5	....	8.0	....
17	702.0	656.7	10.0	6.4	90	93	9	9	10	**16.5**	....	**18.6**	....	**19.5**	....	**20.3**	....
18	701.2	655.5	10.3	6.0	74	91	7	8	9	0.2	....	0.6	....	1.2	....	0.2	....
19	698.1	653.6	13.5	8.8	58	72	6	6	6	....	....	....	....	0.1	....	....	....
20	699.0	654.0	12.1	8.7	71	64	5	9	8	4.5	....	3.9	....	5.6	....	2.8	....
21	701.7	656.0	11.6	8.9	72	70	6	8	8	0.4	....	0.2	....	0.1	....	2.8	....
22	702.0	656.0	8.5	4.5	88	97	10	10	10	5.2	....	6.4	....	9.9	....	8.6	....
23	698.0	**651.6**	5.7	2.3	**95**	100	10	10	10	0.3	....	0.3	....	1.2	....	0.8	....
24	702.6	656.4	9.1	4.9	74	84	7	7	10	0.1	....	....	....	0.5	....	....	....
25	702.6	656.1	11.1	6.7	67	78	5	6	4	1.6	....	1.8	....	3.0	....	1.5	....
26	702.4	656.2	6.5	3.1	90	96	10	10	10	3.9	....	5.3	....	8.9	....	7.8	1
27	702.7	656.1	5.5	1.4	69	80	8	9	8	0.2	....	1.3	....	3.0	....	3.3	1
28	705.1	658.3	7.3	3.8	58	58	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
29	706.6	660.5	10.5	7.4	56	55	0	2	0	....	....	....	....	....	....	....	....
30	705.8	660.4	14.2	10.2	50	52	2	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	703.81	657.87	+ 9.85	+ 6.34	66	71	5.6	6.0	6.1	95.3	....	97.2	....	116.6	12	99.8	11

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1904

Pression atmosphérique.

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	m.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	707.86	707.62	708.04	707.84	660.72	660.86	661.77	661.12
2me » ...	700.84	700.39	700.77	700.66	655.53	655.46	656.15	655.71
3me » ...	702.94	702.70	703.19	702.94	656.30	656.68	657.32	656.77
Mois..	703.88	703.57	704.00	703.81	657.52	657.67	658.41	657.87

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
Savatan						
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+ 4.60	+ 9.40	+ 6.92	+ 6.97	+ 3.6	+11.0
2me » ...	10.85	16.68	13.16	13.56	9.2	18.4
3me » ...	6.34	11.72	9.00	9.02	5.6	13.3
Mois..	7.26	12.60	9.69	9.85	6.1	14.2
Dailly						
1re décade...	+ 2.11	+ 5.67	+ 4.36	+ 4.05	+ 0.1	+ 7.3
2me » ...	7.32	12.52	9.12	9.65	5.0	14.0
3me » ...	3.46	6.81	5.71	5.33	1.8	8.0
Mois..	4.30	8.33	6.40	6.34	2.3	9.7

Fraction de saturation en %

	Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	81	62	71	71	83	69	73	75
2me » ...	62	46	57	57	66	52	62	60
3me » ...	82	62	71	72	84	69	77	77
Mois..	75	56	67	66	77	64	71	71

Nébulosité.

	Lavey				Savatan				Dailly			
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	7.8	5.8	5.3	6.3	6.3	5.6	5.7	5.9	7.1	6.9	6.1	6.7
2me » ...	4.1	4.7	4.8	4.5	5.5	6.2	4.6	5.4	5.2	5.9	4.9	5.3
3me » ...	6.1	6.0	5.9	6.0	6.7	7.6	5.6	6.6	6.2	6.1	6.3	6.2
Mois..	6.0	5.5	5.3	5.6	6.2	6.5	5.3	6.0	6.2	6.3	5.8	6.1

MOIS DE MAI 1904

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne Savatan	Baromètre Hauteur moyenne Dailly	Thermomètre Température moyenne Savatan	Thermomètre Température moyenne Dailly	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Savatan	Hygromèt. Fraction de saturation moyenne Dailly	Nébulosité moyenne Lavey	Nébulosité moyenne Savatan	Nébulosité moyenne Dailly	Pluie et Neige (hauteur mesurée) Lavey Pluie	Lavey Neige	Savatan Pluie	Savatan Neige	Dailly Pluie	Dailly Neige	Aiguille Pluie	Aiguille Neige
	mm.	mm.	°	°	%	%				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	706.3	660.7	+14.4	+11.9	53	49	3	5	8	....	....	....	....	....	....	....	....
2	706.9	661.5	15.5	12.4	51	49	5	4	5	....	....	....	....	0.2	....	0.1	....
3	706.9	660.7	10.7	7.3	88	80	10	9	8	2.5	....	3.0	....	2.4	....	2.8	....
4	705.0	659.1	8.7	5.2	79	86	9	9	10	1.5	....	4.8	....	6.4	....	4.7	....
5	706.1	659.8	8.9	5.3	54	56	0	1	4	....	....	....	....	....	....	....	....
6	700.7	655.1	8.7	4.6	57	71	7	9	7	4.0	....	4.2	....	3.4	....	1.7	2
7	**697.0**	651.4	**5.7**	**2.4**	76	72	7	6	5	....	....	1.1	....	2.4	....	1.5	**3**
8	697.2	**650.4**	9.0	5.5	63	64	6	6	8	4.2	....	3.9	....	4.3	....	2.7	....
9	704.2	658.1	8.0	3.3	62	64	6	4	5	....	....	....	....	....	....	....	....
10	706.8	660.7	7.3	6.4	84	68	10	8	10	**15.1**	...	**16.2**	....	16.1	....	15.9	....
11	708.3	661.4	8.1	5.1	92	**90**	10	9	10	5.0	....	5.1	....	6.0	....	6.7	....
12	709.5	662.5	10.1	6.8	44	70	1	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	**710.6**	**664.8**	10.3	9.1	57	63	1	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	709.7	664.0	15.1	12.6	55	55	1	1	2	....	....	....	...	....	....	....	....
15	708.1	662.7	17.5	14.8	52	45	4	2	4	....	....	....	....	....	....	....	....
16	707.9	662.9	20.0	16.3	**41**	**41**	0	1	0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	707.5	663.0	19.6	18.2	50	42	0	3	3	....	....	....	....	....	....	....	....
18	707.5	662.8	17.8	15.1	65	68	1	6	8	3.5	....	4.4	....	5.1	....	4.0	.. .
19	706.2	661.3	14.9	12.0	83	86	9	9	9	3.6	....	3.4	....	5.0	....	3.9	....
20	705.6	660.3	14.3	13.3	85	87	6	7	7	1.5	....	1.8	....	1.7	....	0.8	....
21	704.8	659.6	15.4	11.8	79	80	6	5	7	2.6	....	1.9	....	1.6	....	1.5	....
22	704.2	659.0	15.1	13.2	77	81	6	5	6	13.9	....	13.0	....	10.9	....	10.6	....
23	702.8	658.1	8.0	5.7	100	89	10	10	10	13.5	....	13.0	....	**18.5**	....	**16.8**	....
24	704.9	659.3	12.4	9.3	74	63	0	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
25	704.1	659.2	15.3	15.1	70	48	4	8	6	....	....	....	....	....	....	. ..	....
26	704.2	659.8	**20.1**	**19.2**	63	43	6	8	5	....	....	....	....	....	....	....	....
27	706.1	660.7	17.2	13.8	81	84	7	7	7	5.5	....	4.4	....	4.3	....	3.5	....
28	707.9	662.4	15.5	11.0	73	86	7	9	8	....	....	....	....	....	....	....	....
29	705.2	660.6	18.6	12.2	68	75	2	1	1	....	....	....	....	....	....	....	....
30	704.2	659.5	16.9	14.1	68	68	1	2	1	....	....	....	....	....	....	....	....
31	705.7	660.8	17.3	13 7	66	68	4	7	1	10.5	....	14.2	....	13.4	....	11.7	....
Mois	705.55	660.08	+13.41	+10.54	68	68	4.8	5.3	5.4	89.9	....	97.4	....	101.7	....	88.9	5

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1904

Pression atmosphérique.

	Savatan 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Dailly 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1re décade...	703.83	703.14	704.15	703.71	657.50	657.70	658.10	657.77
2me » ...	708.41	707.81	708.04	708.09	662.63	662.49	662.60	662.58
3me » ...	704.76	704.72	705.25	704.91	659.90	659.76	660.04	659.90
Mois..	705.64	705.20	705.80	705.55	660.01	659.98	660.21	660.08

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Minim. moyen	Maxim. moyen
Savatan						
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+ 7.44	+12.76	+ 8.90	+ 9.70	+ 6.1	+15.3
2me » ...	11.94	17.14	15.26	14.78	10.8	20.5
3me » ...	13.78	18 25	14.80	15.61	11.3	21.2
Mois..	11.14	16.12	13.05	13.44	9.4	19.1
Dailly						
1re décade...	+ 4.70	+ 8.79	+ 5.82	+ 6.44	+ 2.6	+11.0
2me » ...	10.23	14.12	12.67	12.34	8.2	16.3
3me » ...	11.17	14.21	12.55	12.65	8.4	16.7
Mois..	8.78	12.43	10.42	10.54	6.4	14.7

Fraction de saturation en %

	Savatan 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Dailly 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	72	59	70	67	67	64	67	66
2me » ...	62	59	67	62	63	63	68	64
3me » ...	82	63	78	75	74	67	74	71
Mois..	72	60	72	68	68	65	70	68

Nébulosité.

	Lavey 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Savatan 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	Dailly 7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
1re décade...	5.0	5.5	6.1	5.6	6.3	6.1	5.9	6.1	7.6	6.6	6.5	6.9
2me » ...	3.8	3.6	3.3	3.6	4.1	4.0	3.8	4.0	4.2	4.2	4.7	4.4
3me » ...	3.8	4.3	6.3	4.8	4.7	6.0	6.7	5.8	3.7	4.7	6.5	5.0
Mois..	4.4	4.6	5.5	4.8	5.0	5.4	5.5	5.3	5.1	5.2	5.9	5.4

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 3 novembre 1904.

R. de Saussure. Théorème de cinématique. — Ph. Guye. Revision du poids atomique de l'azote. — Ed. Sarasin. Observations faites avec l'électroscope d'Elster et Geitel. — Ed. Sarasin, Tommasina et Micheli. Recherches sur l'effet Elster et Geitel.

M. René DE SAUSSURE communique le théorème suivant de cinématique : Lorsqu'un corps solide est en mouvement, il existe à chaque instant un mouvement hélicoïdal tangent au mouvement du corps ; en un point quelconque du corps, l'hélice correspondant au mouvement hélicoïdal est tangente à la trajectoire du point considéré ; or *il y a certains points du corps dont l'hélice correspondante est non seulement tangente, mais osculatrice à la trajectoire de ces points, et le lieu des points du corps qui jouissent de cette propriété se compose de deux droites*. Ce théorème, qui sera démontré dans la théorie géométrique du mouvement des corps, publiée par l'auteur dans les *Archives des Sc. phys. et nat.*, facilite la construction de l'axe de courbure dans la trajectoire d'un point quelconque du corps en mouvement.

M. Ph.-A. GUYE rend compte de divers travaux effectués dans son laboratoire sur *la revision du poids atomique de*

l'azote. Il rappelle d'abord que la méthode des densités-limites permet de calculer le poids moléculaire exact d'un gaz, et qu'au lieu de baser ce calcul sur la connaissance du coefficient de compressibilité aux basses pressions, on peut le faire au moyen des éléments critiques. Cette méthode, dont il indique le principe, conduit à la valeur 14,004 pour le poids atomique de l'azote. Il rappelle ensuite que ce résultat a été confirmé par l'analyse gravimétrique du protoxyde d'azote effectuée en collaboration avec M. *St. Bogdan*, qui donne le rapport $N_2O : O$, d'où N = 14.007; M. *A. Jaquerod* et *St. Bogdan* ont ensuite effectué l'analyse en volume du même gaz, par une méthode déjà exposée à la Société par M. Jaquerod; elle fournit le rapport $N_2O : N_2$ d'où N = 14.019. En vue de vérifier encore ces résultats, la densité du protoxyde d'azote à été déterminée à nouveau au cours de recherches avec M. *A. Pnitza*, en opérant suivant un principe nouveau qui consiste à condenser dans un tube taré contenant du charbon et muni d'un robinet de fermeture, un volume exactement jaugé de protoxyde d'azote; appliquant ensuite le théorème des états correspondants et comparant la densité du protoxyde d'azote avec celle de l'anhydride carbonique pour lequel M = 44.005, on en déduit, par le rapport $N_2O : CO_2$, la valeur N = 14.013.

Récapitulant ces divers résultats, on est conduit à la valeur N = 14.011 qui démontre que la valeur N = 14.04 de la Table internationale des poids atomiques doit être ramenée au moins à 14.02 si ce n'est à 14.01.

M. Ed. SARASIN montre à la Société l'*électroscope, modèle Elster et Geitel*, construit par Gunther et Tegetmeyer, à Brunswick, qu'il à fait venir récemment en vue d'expériences avec MM. Tommasina et Micheli sur la radioactivité, dont il va être rendu compte à l'instant. Cet appareil consiste en une boite cylindrique en métal, à axe horizontal, traversée par une tige métallique verticale isolée, portant les deux feuilles minces d'aluminium et fermée aux deux extrémités, antérieure et postérieure, par

deux disques de cristal au travers desquels on lit l'écartement de ces feuilles sur une échelle graduée, vue par réflexion sur le disque antérieur. L'écartement total des deux feuilles en divisions de l'échelle donne à chaque instant la mesure de la charge décroissante de la capacité de l'électroscope. Celle-ci est un cylindre vertical de laiton noirci fixé en dehors de la boîte, sur la tige portant les feuilles. Cet électroscope établi par MM. Elster et Geitel est parfaitement isolé et d'une grande sensibilité, très bien approprié, par conséquent, pour mesurer les moindres variations dans la conductibilité de l'air entourant la capacité, quelle que soit la cause de ces variations, rayons de Röntgen, radioactivité de corps voisins, ionisation de l'air, etc.

M. Sarasin a fait cet été avec cet appareil quelques mesures de la conductibilité de l'air atmosphérique en montagne et constaté par cela une fois de plus que la notion longtemps admise et expliquant la déperdition de l'électricité dans l'air par les impuretés de cet air, poussière, humidité, brouillard, ne tient plus devant les faits et doit être remplacée par une autre telle que celle que les observations récentes font reposer sur le degré d'ionisation de l'air.

A l'appui de ce renversement de l'ancienne interprétation de la conductibilité de l'air, M. Sarasin se borne à citer deux de ses observations faites au Jura (1260 m. d'altitude), l'une du 17 août, temps très beau, air sec, ciel parfaitement pur, qui a donné une chute de 2.56 div. (charge +) et de 2.64 (charge —) comme perte de charge par minute, et l'autre, du 23 août, brouillard épais et très humide, qui a donné 0.64 (+) et 0.74 (—), c'est-à-dire une conductibilité de l'air beaucoup plus faible par le brouillard que par le beau temps clair.

M. Th. Tommasina communique les résultats des *recherches sur l'effet Elster et Geitel* faites par MM. Ed. Sarasin, Th. Tommasina et F.-J. Micheli. L'électroscope qui vient d'être présenté et décrit par M. Ed. Sarasin, a été complété par MM. Elster et Geitel, pour le rendre apte à

l'étude de la radioactivité acquise par les fils métalliques qui constitue précisément l'effet qu'ils ont découvert en 1901, et auquel il convient de donner leur nom.

Le cylindre disperseur peut être enlevé pour permettre de fixer sur une tige latérale un récipient cylindrique en métal noirci. Ce récipient étant ouvert au centre de la base laisse passer librement la tige isolée, portant les feuilles sensibles, sur laquelle on remet en place de nouveau le disperseur, qui peut ainsi recevoir le rayonnement direct du fil radioactivé. Ce dernier, après sa radioactivation, est enroulé sur une toile métallique formant un cylindre de diamètre un peu plus petit que le récipient. Il enveloppe ainsi à distance le cylindre disperseur. L'on mesure la chute de la radioactivité temporaire par la diminution de l'effet dispersif sur la charge de l'électroscope. Cet appareil se prête extrêmement bien au but pour lequel il a été combiné.

Dans toutes les expériences exécutées, après chaque série de 5 lectures, la charge de l'électroscope était renouvelée et portée toujours au même potentiel: le signe était toujours le même, ou alternativement positif ou négatif. En inscrivant comme ordonnées les moyennes des 5 lectures de chaque série, et comme abscisses la minute à laquelle la cinquième lecture était faite, on obtient les courbes indiquant la loi de la chute de cette radioactivité, qui mettent en évidence les faits suivants :

1° Les courbes, comme celles de la chute de l'activité induite par l'émanation des corps radioactifs, sont exponentielles, et après 2 ou 3 heures, suivant l'énergie de l'activité acquise, prennent également la forme asymptotique. Dans la première heure, la radioactivité acquise par un fil d'un métal quelconque (argent, cuivre, aluminium, fer, nickel) diminue de moitié ; à la fin de la deuxième heure encore de moitié, et de nouveau de moitié à la fin de la troisième heure. Ensuite elle ne tombe de moitié qu'en 5 ou 6 heures, puis en plus de 20 heures, et l'on constate encore une faible action après 3 jours.

2° Cette périodicité de chute est approximativement la

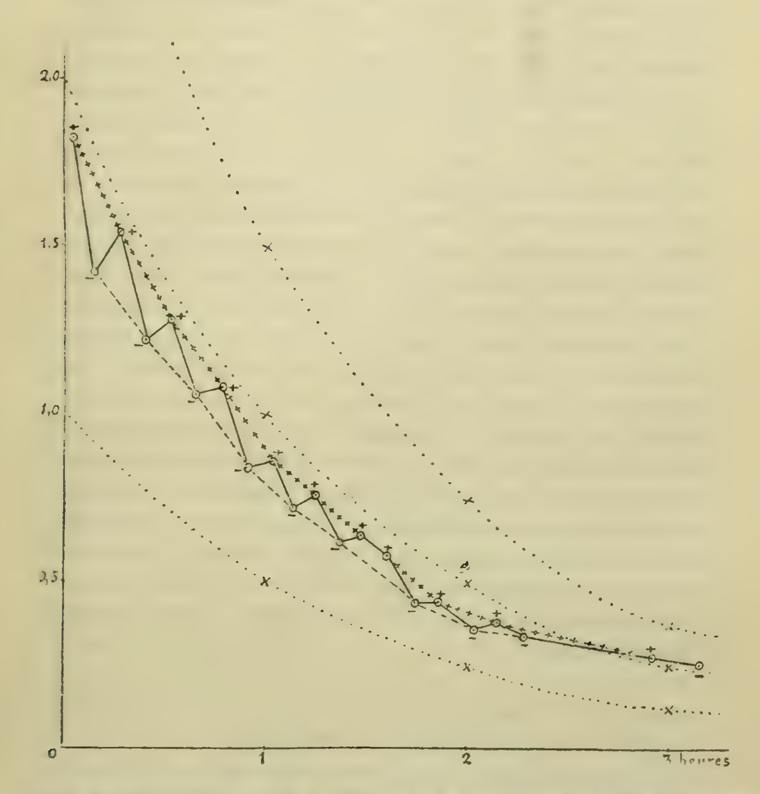
même pour tous les métaux ayant été radioactivés soit dans l'air ordinaire, soit dans l'air ionisé par les rayons X.

3° En introduisant un tube focus dans le circuit de l'inducteur qui produit la charge négative du fil qu'il s'agit de radioactiver, on obtient une augmentation très forte de l'effet Elster et Geitel sous l'action des rayons X. L'activation produite dans l'air sans ces rayons acquiert très sensiblement la même intensité avec la fenêtre ouverte ou fermée ; au contraire, l'action des rayons X ne se manifeste plus si la fenêtre reste ouverte pendant l'activation du fil ; en outre l'action très activante de ces rayons ne diminue pas lorsqu'ils sont dirigés du côté opposé à celui où se trouve le fil à activer. Donc la forte radioactivité provoquée par les rayons X n'est pas due au rayonnement direct, mais à la ionisation qu'il produit dans le milieu, ce qui montre que dans ce cas on ne doit plus faire intervenir la présence de traces de corps radioactifs pour expliquer l'effet Elster et Geitel.

4° En changeant alternativement le signe des charges de l'électroscope, on obtient deux courbes qui ne se superposent pas, la positive étant toujours la plus élevée. Ce fait montre l'existence de deux actions indépendantes, l'une plus énergique que l'autre, constatation qui nous semble une démonstration expérimentale, que cette radioactivité temporaire contient, comme celle des corps radioactifs, les deux émissions typiques, de signe contraire, α et β. Quant à la valeur différente des deux actions dispersives, selon le signe de la charge de l'électroscope, elle peut être expliquée de la manière suivante :

Lorsque le cylindre disperseur de l'électroscope est négatif, il reçoit les ions positifs émis par le fil activé, mais il reçoit également une certaine quantité de ions négatifs que sa charge n'a pu repousser à cause de la grande vitesse de translation de ces derniers, lesquels neutralisent ainsi une partie de la charge apportée par les ions positifs. Au contraire, avec le cylindre disperseur électrisé positivement, les ions négatifs seuls apportent leur charge, car les ions positifs, étant donnée leur faible

vitesse sont tous repoussés; la dispersion positive doit donc être toujours plus rapide et doit être considérée comme normale.



Expériences du 22 juin 1904. — Chute de la radioactivité acquise par un fil d'aluminium ayant été chargé pendant trois heures et quart.

. . . . Courbes exponentielles théoriques.

— — — — — — Effet du rayonnement α, courbe de la dispersion des charges négatives.

+ + + + Effet du rayonnement β, courbe de la dispersion des charges positives.

⊙ ⊙ Points donnés par les moyennes de cinq lectures.

——————— Chute de la radioactivité temporaire observée.

× × Chute de la radioactivité temporaire observée après chaque heure.

Il résulte de ce travail qu'il existe une liaison étroite entre la genèse de la radioactivité et la ionisation. L'on savait déjà que la radioactivité produit la ionisation, dès maintenant il est établi d'après les résultats de ces expériences que l'effet Elster et Geitel est dû à une ionisation de l'air quelle que soit son origine, sans faire intervenir des traces de radium ou d'autres corps radioactifs du moment que la radioactivation augmente fortement par l'action des rayons Röntgen. L'on peut donc conclure que ces phénomènes sont reversibles, c'est-à-dire que la ionisation des gaz est la cause directe de la radioactivation des liquides et des solides, et que la radioactivité de ces derniers est ensuite la cause de la ionisation des gaz. En effet, la radioactivité se présente comme une émission par les liquides et les solides de gaz ionisés qui constituent l'ensemble de l'émanation. Quant à l'intensité de l'activité temporaire acquise elle est proportionnelle entre certaines limites à la hauteur du potentiel de la charge négative des corps soumis à l'activation. Comme le milieu diélectrique qui entoure un conducteur électrisé négativement est positif par rapport à ce dernier, il en résulte que c'est le flux électrique positif qui amène vers le conducteur le gaz ionisé, ce transport serait donc l'effet de l'activité convergente du champ.

Séance du 17 novembre

Arnold Pictet. Variations dans le cycle évolutif des lépidoptères. — R. Chodat. Sur l'embryogénie de Parnassia palustris. — C. Cailler. La fonction hypergéométrique de Gauss. — A. Jaquerod et L. Perrot. Diffusion de l'hélium à travers la silice.

M. Arnold Pictet présente une communication sur *les variations dans le cycle évolutif des Lépidoptères.*

1° *Sous l'influence de l'hivernage.* On sait qu'une diapause (arrêt de développement) se présente pendant l'hiver, soit à l'état embryonnaire, soit à l'état larvaire, soit à l'état nymphal ; mais le froid n'est pas la seule cause qui

puisse amener des arrêts dans le développement ontogénique des Lépidoptères. L'hérédité joue, dans cette question, un grand rôle, et c'est pourquoi des espèces, dont les ancêtres ont toujours subi un arrêt de développement à une certaine époque et à un certain stade, subissent un arrêt analogue, à la même époque et au même stade, lors même qu'elles sont maintenues dans une température élevée.

C'est pour cela qu'il n'est pas possible de supprimer complètement la diapause larvaire hibernale ; mais on peut la raccourcir d'une façon notable et les expériences que l'auteur a faites dans ce domaine, avec *Lasiocampa quercus,* ont donné des résultats très inattendus. Le cycle évolutif normal de cette espèce est le suivant : Les œufs éclosent vers le milieu d'août et les chenilles ont une première période de vie active jusque vers le milieu de novembre ; puis viennent *cinq mois* de sommeil hibernal, deux mois et demi de seconde période de vie larvaire active, et enfin une nymphose de 28-30 jours, l'éclosion des papillons ayant lieu au commencement d'août. Si l'on raccourcit de un mois la diapause larvaire en rentrant les chenilles dans une chambre chauffée, cela n'a aucune influence sur l'époque de la nymphose et l'éclosion du papillon ; si l'on raccourcit le sommeil hibernal de six semaines, l'éclosion survient six semaines plus tôt et il n'y a là rien d'étonnant que des lépidoptères ayant une avance de six semaines dans le commencement de leur vie active, atteignent le but de leur existence avec une avance égale. Mais si l'on amène la diapause larvaire à n'être que de deux mois, nous voyons la nymphose durer plus longtemps que la normale (plus de cinq mois), et le papillon n'éclore qu'au commencement de septembre. Enfin, les chenilles qui n'ont pas été en contact avec le froid, ont une courte diapause et commencent leur seconde période de vie larvaire active dans le commencement de décembre ; celles-là se chrysalident en mars-avril, mais restent 13 mois à l'état de nymphe pour ne donner naissance aux papillons qu'en mai de l'année suivante. Il se présente donc, dans cette

dernière expérience, une diapause nymphale tout à fait anormale, et l'on conçoit que de pareils changements dans la durée comparative des différents stades puissent amener certaines perturbations dans la pigmentation.

2° *Sous l'influence de l'alimentation*, on rencontre parfois des variations semblables dans le cycle évolutif des Lépidoptères. Ainsi, sous l'influence du noyer, *Ocneria dispar*, dont les chenilles ne trouvent, dans ces feuilles, que des éléments peu nutritifs, a une longue vie larvaire mais une très courte nymphose, le cycle évolutif complet ayant cependant une durée sensiblement égale au cycle normal ; il en est de même de tous les végétaux qui constituent une mauvaise alimentation, comme le néflier, le *populus alba*, *l'æsculus hippocastaneum*, etc., qui amènent une longue vie larvaire mais une courte nymphose. Par contre, sous l'influence des végétaux qui contiennent une grande quantité d'éléments nutritifs, comme l'esparcette, la dent de lion, la pimprenelle, nous voyons les chenilles se développer très rapidement, avoir une courte vie larvaire, mais en revanche une longue nymphose. De sorte que l'on peut dire que le temps que l'animal gagne à l'état de larve, il le perd à l'état de chrysalide, et le temps qu'il perd à l'état de larve, il le rattrape à l'état de chrysalide ; et c'est ce qui a fait dire à certains naturalistes que la mauvaise alimentation, ou l'alimentation insuffisante, avait pour principal effet d'accélérer le développement. Cette hypothèse n'est pas tout à fait exacte, car le cycle évolutif complet est, dans chaque cas, d'une durée sensiblement normale : il n'y a de variations que dans la durée comparative des différents stades.

Chez d'autres espèces, les mêmes cas se présentent. Chez *Abraxas grossulariata*, nous savons qu'il faut deux générations d'élevage avec *l'Evonymus japonicus* pour amener quelques variations sur les ailes des papillons ; aussi, le cycle évolutif de ces deux premières générations est-il semblable au cycle évolutif normal. A la troisième génération, les papillons deviennent albinisants : ils ont eu une longue vie larvaire et une courte nymphose. A la qua-

trième génération ils retournent au type primitif, par accoutumance, et il y en a même quelques-uns qui acquièrent une coloration plus intense que les normaux : leur cycle évolutif présente une courte vie larvaire et une longue nymphose. Enfin lorsqu'à la troisième génération l'on a introduit dans le régime alimentaire de ces chenilles un nouveau végétal (le laurier-cerise) et que les papillons sont de nouveau albinisants, leur cycle évolutif comprend de nouveau une longue vie larvaire et une courte nymphose.

Dans la majorité de ses expériences, M. Pictet a donc constaté, pour les variétés albinisantes, une vie nymphale plus courte que la normale, et pour les variations mélanisantes, une vie nymphale d'une durée plus longue. Et si l'on tient compte que, à l'origine, les pigments sont incores, et que pour acquérir leur coloration définitive ils passent par une série de teintes successives qui peut les amener du blanc le plus pur au noir le plus intense, *et que cela prend un temps déterminé*, on comprendra que, dans une courte nymphose, la pigmentation soit arrêtée par l'éclosion de l'imago avant d'avoir atteint le degré de coloration voulu, et que les papillons ainsi obtenus soient albinisants avec des ailes insuffisamment colorées; au contraire, dans une longue nymphose, la pigmentation aura le temps de se faire largement et les papillons seront mélanisants, avec coloration intense.

Chez les espèces chez lesquelles existe le dimorphisme sexuel, nous savons que la femelle peut être considérée comme le type le plus ancien, l'hypothèse généralement admise étant qu'autrefois mâles et femelles étaient identiques et que les mâles seuls se sont transformés. M. Pictet a constaté que sous l'influence de la mauvaise alimentation, de l'alimentation insuffisante ou de l'alimentation avec des fleurs, les mâles (abstraction faite de la taille) prennent la forme femelle ; ils retournent donc au type ancestral et constituent des *formes régressives*. Sous l'influence de l'alimentation riche, au contraire, ce sont les femelles qui prennent la forme mâle ; en outre les mâles

prennent une forme qui s'éloigne toujours plus du type femelle normal, ou bien prennent une forme considérée comme nouvelle. Dans ces derniers cas, les uns et les autres constituent des *formes progressives.*

M. CHODAT présente un mémoire intitulé : *Sur l'embryogénie de Parnassia palustris* ; il décrit l'origine des ovules pariétaux : l'archéspore qui est sous épidermique, apparaît avant que les téguments ne se soient formés ou tout au moins avant qu'ils n'aient enveloppé la nucelle. Cette cellule d'archéspore se divise : l'une des cellules filles devient sac embryonnaire et écrase les deux supérieures. Pendant ce temps les deux téguments ont enveloppé le petit nucelle dont l'épiderme gélifie ses membranes. Il est finalement digéré et le sac proémine dans le micropyle ; il confine alors aux téguments et il n'est plus entouré par les cellules du nucelle qu'à sa base. Il s'établit bientôt entre les deux noyaux du sac embryonnaire jeune une grande vacuole, de telle sorte que les groupes nucléaires femelle et antipodial sont au début séparés. Puis il y a union des deux noyaux polaires avant la fécondation. A ce moment le noyau secondaire s'est porté vers l'oosphère, dont le noyau est situé au-dessous de la vacuole de l'œuf. Celui des synergides est le plus souvent placé également à la partie la plus basse de la cellule. Ces synergides se prolongent souvent en bec dans le micropyle. Le tube pollinique amène deux gamètes, petites cellules dont il est donné la description. Ces deux gamètes sont déversés dans l'une des synergides.

L'auteur de cette communication décrit en détail le phénomène de la double fécondation. Elle est en général simultanée, c'est-à-dire que dans beaucoup de stades on a le noyau de l'œuf et le noyau polaire unis au gamète dans le même moment. Dans d'autres, l'union du second gamète avec le noyau secondaire précède la fécondation stricte. Lorsque le gamète s'unit au noyau secondaire, ce dernier est déjà tout à fait constitué.

L'auteur décrit en outre un cas curieux dans lequel il s'est

formé deux œufs à l'intérieur d'un sac unique. On ne peut expliquer ce phénomène qu'en supposant que le noyau polaire inférieur s'est de nouveau divisé sans s'unir au noyau polaire supérieur. Il s'est ainsi formé un nouvel appareil œuf et synergides au-dessous du noyau polaire supérieur.

Ce sac n'a qu'un groupe d'antipodes.

Ainsi on aurait chez *Parnassia* non seulement un œuf en puissance mais un second, représenté par le noyau secondaire, ainsi que cela a été démontré pour d'autres plantes, mais il pourrait éventuellement s'en former d'autres. Ces œufs multiples correspondent dans une certaine mesure aux Archégones multiples des Gymnospermes.

L'auteur illustre son exposé de dessins nombreux, et démontre la double fécondation au moyen de coupes en série examinées à un fort grossissement.

M. Chodat décrit également les mouvements des étamines, leur structure et celle des nectaires, de leurs fausses glandes, etc.

M. C. Cailler présente une communication relative *à la fonction hypergéométrique de Gauss*. M. Hadamard a signalé au récent congrès des mathématiciens à Heidelberg, l'existence de relations intégrales entre certaines fonctions hypergéométriques particulières, comme conséquence de recherches sur les équations aux dérivées partielles. M. Cailler a obtenu par une voie directe ces résultats antérieurs, en les étendant à des séries hypergéométriques beaucoup plus générales. Il a ainsi trouvé la valeur d'une intégrale définie dont la formule connue d'Euler n'est qu'un cas extrêmement particulier.

M. A. Jaquerod, en son nom et en celui de M. L. Perrot, parle de l'observation qu'ils ont faite de *la diffusion de l'hélium à travers la silice, à haute température*. Le but des auteurs était de déterminer, au moyen du thermomètre à hélium et ampoule de silice, le point de fusion de l'or, par la méthode déjà employée par eux avec les thermomètres à azote, air, oxygène, oxyde de carbone et acide carboni-

que, et de comparer ainsi les indications de ces diverses échelles thermométriques à haute température.

Comme on le sait, l'hélium, par ses propriétés, se rapproche beaucoup du type idéal dit *gaz parfait*; son point d'ébullition, encore inconnu, est situé beaucoup plus bas que celui de l'hydrogène ; de plus, étant monoatomique, il n'est pas susceptible de se dissocier, et les indications d'un thermomètre rempli de ce gaz doivent s'approcher beaucoup de l'échelle thermodynamique.

Une comparaison directe de l'échelle de l'hélium avec celle des autres gaz serait donc du plus grand intérêt; mais le fait que l'hélium diffuse à chaud à travers la silice a malheureusement rendu cette comparaison impossible.

Le gaz employé dans ces recherches a été préparé en chauffant dans le vide un échantillon de cléveïte qui en contenait une forte proportion ; il a été purifié tout d'abord par son passage sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge, et sur de la potasse caustique en morceaux. Afin de le débarrasser de l'azote présent en faible quantité, l'hélium a été mélangé avec un quart ou un tiers de son volume d'oxygène pur et soumis à l'influence de l'étincelle électrique pendant quatre à cinq heures, en présence d'une solution concentrée de potasse. L'excès d'oxygène a été enfin éliminé au moyen du phosphore jaune, et le gaz desséché sur de l'anhydride phosphorique.

L'examen spectroscopique a montré que l'hélium ainsi préparé devait être considéré comme très pur. Il a été alors introduit dans le thermomètre avec toutes les précautions ordinaires, et le four à résistance de platine mis en place et le courant électrique établi. La température, au bout de cinquante minutes environ, atteignit le point de fusion de l'or ; mais la pression du gaz, au lieu de s'élever d'une façon régulière, passa par un maximum vers 900^{mm} environ, puis se mit à descendre régulièrement.

En maintenant la température voisine de 1100°, on a vu le mercure baisser dans le manomètre, atteindre la pression atmosphérique et continuer à descendre assez rapidement, ce qui n'aurait pu avoir lieu s'il s'était agi d'un

manque d'étanchéité de l'appareil. Comme l'hypothèse d'une combinaison de l'hélium avec la silice est extrêmement peu probable, il faut donc bien admettre que, à cette température, l'hélium *diffuse* à travers la silice.

La vitesse de diffusion semble être approximativement proportionnelle à la pression du gaz ; elle est très grande à 1100°, car après six heures de chauffe la pression était tombée à 160^{mm}. Après refroidissement, elle n'était plus que de 32^{mm} au lieu de 212^{mm} qu'elle avait avant l'expérience.

D'autres essais ont été faits à des températures inférieures, à savoir 510° et 220° environ ; la diffusion a été observée dans les deux cas, bien que dans le dernier l'abaissement graduel de la pression fut très lent.

Les recherches seront continuées en vue de trouver une substance absolument imperméable à l'hélium au rouge vif : jusqu'à ce qu'elle soit trouvée, l'azote reste le gaz thermométrique par excellence pour les mesures à haute température

Séance du 1er décembre.

Albert Brun. Points de fusion de quelques minéraux.

M. Albert Brun communique les résultats obtenus dans l'étude des *points de fusion de quelques minéraux*[1].

[1] Voir ci-dessus, p. 537.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

F. Loppé. Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes. Paris, Gauthier-Villars, éditeur. 1 vol. gr. in-8°, avec figures. 1904.

Cet ouvrage sera particulièrement utile aux ingénieurs qui, sortant des écoles techniques, désirent se familiariser avec les méthodes et les appareils souvent fort différents employés dans l'industrie. A noter également à la fin de l'ouvrage des tables numériques et les règlements américain, allemand et français concernant les installations et l'exploitation des machines électriques.

CHIMIE

Emm. Pozzi-Escot. Traité élémentaire de physico-chimie. Éditeur Ch. Béranger, Paris.

Le but de cet ouvrage est de permettre aux lecteurs de se mettre rapidement au courant des grandes lois de la chimie dite physico-chimique.

Si l'objet de la chimie générale est la recherche des relations générales qui lient entre elles les propriétés physiques et chimiques des différents corps, d'autre part, par l'étude des actions de masse, de vitesse, de limite et de rétroactivité des réactions, on a introduit une modification profonde dans ce que nous entendons par phénomènes chimiques; aussi la connaissance des lois physico-chimiques est-elle indispensable à celui qui veut connaître les méthodes industrielles actuelles.

Ce livre est écrit pour ceux qui sont peu familiers avec

les mathématiques supérieures et il est rédigé sous une forme simple et concise.

Il contient dix-huit chapitres qui ont pour titres : Unités et mesures; Lois fondamentales, théories atomiques, formules et équations chimiques; Propriétés et lois générales de l'état gazeux; Chaleurs spécifiques; Classification des éléments; Propriétés des liquides ; Détermination du poids moléculaire; Complexité moléculaire; Phénomènes de dissolution, de fusion et de solidification; Propriétés générales de la matière à l'état solide; Transformations thermochimiques; Radiations lumineuses et théorie moderne de la matière; Isomérie, stéréochimie, labilité; Influence de la composition et de la constitution, sur les propriétés générales des corps; Relations de la mécanique et de la chimie; Phénomènes électrolytiques; Applications de la théorie des ions, principes de la chimie analytique; Théorie générale de la fermentation. Ce dernier chapitre est le plus développé et le plus original. La littérature française ne possédait pas jusqu'ici d'ouvrage analogue; il sera certainement lu avec fruit.

Revue des travaux faits en Suisse.

R. Nietzki et A. Vollenbruck. Sur les fluorindines de la série du naphtalène (*Berichte der D. chem. Ges.*, t. 37, 1904, p. 3887, Bâle).

Les auteurs ont essayé dans la série du naphtalène la méthode que l'un d'eux et Slaboszewicz ont déjà utilisée dans la série du benzène. Ils ont préparé la *naphtofluorindine* et la *phénonaphtofluorindine*. La première, qui présente cette particularité qu'elle est dépourvue de fluorerescence, a été obtenue en partant de la *diamidodinaphtyl-dinitro-m-phénylènediamine*, qui a été réduite puis oxydée, soit par l'action de l'air, soit par l'action du perchlorure de fer ; il se forme dans ce cas, avec élimination d'ammoniaque, un produit intermédiaire; si l'on oxyde à chaud ou que l'on fasse bouillir le produit intermédiaire ci-dessus avec de

l'eau, il y a élimination d'une seconde molécule d'ammoniaque et formation de fluorindine.

La *phénonaphtofluorindine* a été préparée de la même manière, en partant de l'*amidonaphtyl-amidophényl-dinitro-m-phénylèdiamine;* sa solution alcoolique est caractérisée par une fluorescence rouge.

R. Nietzki et A. Konwaldt. Nitration de l'o-dichlorobenzène (*Berichte der D. chem. Ges.*, t. 37, 1904, p. 3892, Bâle).

En introduisant l'un après l'autre deux groupes nitro dans l'o-dichlorobenzène, il se forme comme produit principal un *dichlorodinitrobenzène* F. 114°, correspondant, d'après les recherches des auteurs, à la formule symétrique

Cl
Cl
NO^2
NO^2

et en petite quantité un *isomère* F. 55°, qui correspond à la formule

NO^2
Cl NO^2
Cl

Le premier renferme un groupe nitro mobile, tandis que les atomes de chlore sont stables; dans le second, un atome de chlore est mobile et les autres groupes sont stables.

MÉTÉOROLOGIE

J. Hann. Klimatographie von Niederösterreich, in-8, 104 p., avec une carte. Vienne, 1904. — 1re partie de la Climatographie de l'Autriche, publiée par la Direction de la « K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ».

Dans une courte préface, M. J.-M. Pernter, directeur de la « Zentralanstalt », expose que cette monographie est la

première d'une série de seize, qui seront consacrées aux seize états qui constituent la monarchie autrichienne. Ces monographies sont confiées à des auteurs différents, mais afin de conserver l'unité dans la diverité, elles seront conçues sur un même plan; et le modèle, qui vient de paraître, a pour auteur le savant météorologiste qui a longtemps dirigé la « Zentralanstalt », dont le nom est connu dans le monde entier par ses ouvrages de climatologie et de météorologie et qui rédige depuis près de quarante ans la *Meteorologische Zeitschrift*.

Dans son travail sur la Basse-Autriche, M. Hann a adopté le plan suivant : il consacre une première partie, générale, à donner un aperçu d'ensemble sur les conditions climatologiques du pays; puis, dans une partie spéciale, il traite successivement les quatre districts principaux : Waldviertel, Viertel unter dem Manhartsberg, Viertel ob dem Wienerwald et Viertel unter dem Wienerwald; enfin, il termine par la publication de nombreux tableaux de chiffres climatologiques consacrés aux différents éléments météorologiques.

La plupart des chiffres et des moyennes sont basés sur la seule période de 1881 à 1900. Mais tout ce qui concerne les moyennes de la température s'étend au demi-siècle, de 1851 à 1900, pendant lequel ont fonctionné la station centrale de la Hohe Warte et quelques autres des stations principales de la province. Quant à Vienne, on y fait des observations météorologiques depuis 1776, et cela donne un intérêt particulier aux résultats consignés dans cette monographie, spécialement en ce qui concerne les variations extrêmes des températures et les précipitations.

La carte des pluies de la Basse-Autriche qui est jointe à cette publication permet de reconnaître la grande variété du régime des précipitations de cette région; car si dans le nord et l'est de l'état, on trouve plusieurs stations qui accusent moins de 500 millimètres de pluie dans l'année (le minimum absolu est de 450 environ à Znaim et à Feldsberg) on trouve près de 1400 millimètres dans le sud, au Schneeberg, et près de 1600 dans les montagnes plus à l'ouest. B. G.

ROBERT BILLWILLER. DER BERGELLER NORDFÖHN, in-4°, 56 p. et 2 planches. Zurich, 1904.

Le fœhn peut se présenter sur les deux versants de toute chaîne de montagne, lorsque les pressions atmosphériques y sont sensiblement différentes pendant un certain temps. L'explication physique du phénomène a été donnée par M. Hann. Elle a été développée dans un grand nombre de monographies. H. Wild avait publié, en 1901, un travail intéressant pour proposer de restreindre le terme de fœhn à certains cas spéciaux ; mais cette idée n'a pas trouvé bon accueil auprès de la plupart des météorologistes.

M. le Dr Billwiller, directeur du Bureau central météorologique suisse, a aussi beaucoup étudié la question du fœhn. Le travail que nous signalons ici est l'œuvre de son fils. Elle lui a servi de dissertation pour obtenir le grade de Dr phil. à l'Université de Berne et elle vient de paraître dans les Annales du Bureau central météorologique suisse pour l'année 1902.

C'est l'étude d'un cas spécial de fœhn du nord dans le fond du val Bregaglia, à la station de Castasegna, à la frontière italienne, dont l'altitude est de 700 m., à 1100 m. environ au-dessous du col et à 750 m. au-dessous de Casaccia, qui se trouve au pied même de la Maloia. Les observations ont été commencées en 1864 et poursuivies jusqu'à maintenant par un même observateur, M. Garbald ; elles présentent par conséquent d'excellentes conditions de continuité et d'uniformité. Les observations employées pour le travail de M. Billwiller sont celles de 1864 à 1900, et il les a comparées à celles d'un grand nombre d'autres stations. C'est un travail très consciencieusement fait et intéressant. Ses conclusions, que nous ne pouvons reproduire ici, tendent à prouver, en résumé, que le phénomène du fœhn du nord au pied sud des Alpes présente la même diversité et les mêmes nuances que celui du fœhn classique du sud sur le versant nord. R. G.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1904

Septembre

737 *ter*. ACKERMANN (Edwin) et SPINDLER (O. v.). Sur la détermination de l'extrait de la bière. Genève.—*Annales ch. anal.* 9. 338. 385.

218. BAEZNER (Carlo). Ueberführung von o-Nitro- und o, p-Dinitro-Benzylchlorid in Acridinderivate. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 3077.

219. BÜNZLY (H.) und DECKER (H.). Ueber Xanthonium-und Thioxanthonium-Verbindungen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2931.

220. DECKER (H.). Ionisation von Chromophoren. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2938.

221. DECKER (H.) und PSCHORR (R.). Ueber die Einwirkung von Benzylmagnesiumchlorid auf Cyclaminone. Genf. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 3396.

222. GARUTI (V.) et PELET (L.). Sur les combustions en vases clos. Lausanne. Lab. de ch. industr. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.* 40. 197.

223. GNEHM (R.) und KAUFLER (F.). Zur Kenntniss des Immedialreinblaus. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 37. 3032.

224. HESS (Hans). Méthylation du pyrogallol. *Thèse*. Genève (Prof. Græbe).

111 *bis*. JOCHUM (Edgar). Ueber das 1,3-Dioxy-β-Methylchromon. Versuche zur Synthese des Kämpferols. *Dissert*. Bern (Prof. v. Kostanecki).

225. KATSCHALOWSKY (A.) und KOSTANECKI (St. von). Ueber Flavindogenide. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 3169.

226. Kostanecki (St. von) und Lampe (V.). Eine zweite Synthese des Chrysins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 3167.

60 *bis*. Kugler (Stephan). Synthese des Isofisetins (2,3′,4′-Trioxyflavonol). Synthese des 3′,4′-Dioxy-α-Phenylcumarins. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

227. Lambrecht (Rudolf) und Weil (Hugo). Notiz über eine rasche Unterscheidung von Rosanilin und Pararosanilin. Basel. — *Berichte* 37. 3031.

228. Lambrecht (Rudolf) und Weil (Hugo). Ueber farblose Salze der Triphenyl- und Diphenyl-Carbinole. Basel. — *Berichte* 37. 3058.

229. Mattisson (Max). Synthese von Azoxinderivaten durch Einwirkung von Orthoaminophenol auf die Orthodiketone. *Dissert.* Genf. (Dr Kehrmann).

230. Nöldeke (Alfred) Ueber die Umlagerungsprodukte des Acetylorthoamidohydrazotoluols. *Dissert.* Basel (Prof. Nietzki).

231. Perlberger (Heinrich). Ueber Kupfer- und Kadmium-Phosphormolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

232. Rœsler (Armand). Zur Kenntnis der unsymmetrischen (α) Phenylhydrazinderivate. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

760 *bis*. Rost (Arnold). Monographie des Hämatoxylins. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

233. Schick (Adolf). Ueber die Kondensation von Anisaldehyd mit einfachen und nitrierten Ketonen. Ueber das Diphenyl-p-Tolylcarbinol. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

234. Stachursky (Roman-Celestyn). Ueber die Kondensation von Aldehyden mit Ketipinsäureestern. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

235. Steinmann (A.). Détermination indirecte de la matière grasse du lait au moyen de la formule de Fleischmann. Genève. — *Annales chim. anal.* 9. 348.

236. Suter (J.-F.-Maurice). Recherches sur les dérivés méthylés des acides oxybenzoïques et synthèse de l'antiarol. *Thèse.* Genève (Prof. Græbe).

237. Tarczynski (Stanislaw). Die Kondensation von Benzilsäure mit zweiwertigen Phenolen und Derivaten derselben. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

123 *bis*. Tardy (A.). Etude rationnelle sur le fonctionnement des diaphragmes en électrolyse. *Thèse.* Genève (Prof. Guye).

238. Thompson (M. de Kay, junior). Studien zum Siemens'schen Kupfergewinnungs-Prozess. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

239. TREADWELL (F. P.). Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. II. Band : Quantitative Analyse (Wien) Zürich.

240. TSCHIRCH (A.). Studien über den Rhabarber und seine Stammpflanze. Bern.— *Schweiz. Wochenschr.* 42. 512. 521.

241. ULLMANN (Fritz) und LA TORRE (Antonio). Ueber eine neue Bildungsweise von Naphtacridinen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2922.

242. VEILLARD (Ad.). Action de l'eau régale sur les acides oxybenzoïques et de l'oxyde d'argent ammoniacal sur les aldéhydes salicylique et 3.5-dibromosalicylique. *Thèse*. Lausanne (Prof. Brunner).

243. VUILLEMIN (Armand). Beiträge zur Kenntnis der Senfsamen. *Dissert.* Zürich (Prof. Hartwich).

244. WERNER (A.). Lehrbuch der Stereochemie (Jena) Zürich.

245. WERNER (A.). Untersuchungen in der Phenanthrenreihe. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 3083.

246. WERNER (A.) und EGGER (A.). Zur Kenntniss des sogenannten β-Dibromphenanthrens. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 3026.

720 *bis*. WERNER (A.) und GROB (A.). 9.10-Diphenyl-phenanthren, ein Product intramolekularer Umlagerungen. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* 37. 2887.

203 *bis*. WINCKEL (Max). Ueber das angebliche Vorkommen freien Phloroglucins in den Pflanzen. *Dissert.* Zürich (Prof. Hartwich).

832 *ter*. ZURBRIGGEN (Benedict). Ueber zwei Kresyldiphenylcarbinole. *Dissert.* Freiburg (Prof. Bistrzycki).

Octobre

247. BACHOFNER (Karl). Contribution à l'étude de l'électrolyse du sulfate de sodium. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

248. BISTRZYCKI (A.) und GYR (Joseph). Ueber den triboluminescirenden Stammkohlenwasserstoff des Rosanilins. Freiburg. I Chem. Lab. der Univ.— *Berichte* 37. 3696.

249. BLUM (Alfred). Ueber Silicovanadinmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

250. BÖNNEMANN (Franz). Ueber Umlagerungsprodukte der Azonaphtaline. *Dissert.* Basel (Prof. Nietzki).

251. CANTONI (H.) et BASADONNA (M.). Sur les différentes méthodes de titrage de la solution de permanganate de potasse. Genève. Lab. de ch. anal. de l'Univ. — *Annales ch. anal.* 9. 365.

252. Denk (Anton Ferdinand). Ueber einige Derivate des 5-Acetamino-1.2-Naphtochinon. Ueber eine neue Akridinsynthese. *Dissert.* Genf (Dr Kehrmann).

835 *bis*. Fath (Arthur). Sur la polymérisation de quelques oximes aliphatiques. *Thèse.* Lausanne (Prof. Dutoit).

784 *ter*. Fontana (Emile). Etude expérimentale sur les effets généraux et cardiovasculaires de l'apodionine. *Thèse.* Genève (Prof. Mayor).

253. Frey (Hans). Der Hämoglobingehalt im circulierenden Kaninchenblut bei gewöhnlichem und vermindertem Luftdruck. *Dissert.* Zürich (Prof. Gaule).

254. Frisell (Gunnar). Ueber den Cinnamalcampher und seine Reduktionsprodukte. *Dissert.* Basel (Prof. Rupe).

255. Füeg (Gustav). Ueber 1-Phenyl-3-methyl-5-pyrazolidon-3-carbonsäure. Ueber α-Methyl-$\gamma\delta$-Pentensäure. *Dissert.* Basel (Prof. Fichter).

256. Glasmann (Boris). Ueber die Trennung von Chrom und Vanadin und über Chromvanadate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

257. Gockel (Albert). Radioaktive Emanationen in der Atmosphäre. Freiburg. — *Physikal. Zeitschr.* **5**. 591.

258. Gockel (Albert). Die in Thermalquellenenthaltene radioaktive Emanation. Freiburg. — *Physikal. Zeitschr.* **5**. 594.

259. Guye (Philippe-A.) et Pintza (Alexandre). Densité du protoxyde d'azote et poids atomique de l'azote. Genève. — *Comptes rendus* **139**. 677.

260. Kelhofer (W.). Leitfaden für das chemische Praktikum an landwirthschaftlichen Schulen mit spezieller Berücksichtigung der Obst-, Wein- und Gartenbauschulen (Aarau) Wädenswil.

261. Kraft (F.). Ueber das Filmaron, die anthelmintisch wirkende Substanz des Filixextraktes. Brugg. — *Archiv der Pharm.* **242**. 489.

261 *bis*. Kraft (F.). Filmaron. Brugg. — *Schweiz. Wochenschr.* **42**. 562.

262. Kreis (Hans). Ueber Farbenreaktionen fetter Oele. Basel. — *Chem.-Zeitung*. **28**. 956.

263. Küylenstjerna (K. G. von). Ueber die Galbanumsäure. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **242**. 533.

264. Lunge (G.). Zur Theorie des Bleikammerprozesses. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **17**. 1659.

265. Paul (Ludwig). Zur Geschichte der Naphtolsulfosäuren. Basel. — *Zeitschr. angew. Ch.* **17.** 1605.

266. Pelet (L.) et Garuti (V.). Dosage volumétrique du bleu de méthylène. Lausanne. Lab. de ch. industr. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **31.** 1094.

117 *ter.* Reverdin (Frédéric) et Dresel (Auguste). Ethers dinitrophényliques du 3-chlor-4-aminophénol et du 4-aminophénol. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique* **31.** 1079.

267. Schulze (E.) und Castoro (N.). Beiträge zur Kenntnis der Zusammensetzung und des Stoffwechsels der Keimpflanzen. Zürich. Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **43.** 170.

97 *bis.* Treadwell (F.-P.) und Koch (A.-A.). Ueber die Bestimmung von Fluor in Wein und Bier. Zürich. Chem.-anal. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anal. Ch.* **43.** 469.

268. Tschirch (A.) und Eijken (P. A. A. F.). Untersuchung von in Bern kultivierten Rhizomen von Rheum palmatum und Rheum officinale. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Schweiz. Wochenschr.* **42.** 539. 549.

269. Werner (A.) und Seybold (W.). Zur Kenntniss einer neuen Esterificirungsmethode für organische Säuren. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **37.** 3658.

270. Winckel. Ueber belichtete Fette. Zürich. — *Zeitschr. Oesterr. Apoth.-V.* **42.** 1123.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux concernant la Géologie de la Suisse.

1903

I. Minéralogie.

1. Artini, A. Osservazioni sopra alcuni minerali del granito di Baveno. *Rendiconti R. Accad. dei Lincei Cl. scienza fis. mat. e nat.* II, p. 362-367.

2. Baumhauer, H. Beitrag zur Kenntniss des Hyalophan. *Zeitschr. f. Kryst. und Min.*, T. XXXVII, p. 603-608, 1903.

3. Baumhauer, H. Ueber Flächenentwikelung und Krystallstruktur des rhombischen Schwefels und des Anatas. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.*, 1903, p. 664-676.

4. Brugnatelli, L. Ueber Artinit, ein neues Mineral der Asbestgruben von val Lanterna (Veltlin). *Centralbl. für Min., Geol. und Pal.* 1903, p. 144.

5. Gonnard, F. Sur une face Γ_1 observée sur un cristal de quartz du Valais par M. Termier. *Bull. de la Soc. française de miner.*, t. XXV, p. 61-62.

6. Gonnard F. Notes cristallographiques sur le quartz. *Bull. Soc. française de minér.*, t. XXV, p. 90-102.

7. Hinden, Fr. Neue Reactionen zur Unterscheidung von Calcit und Dolomit. *Verh. der Naturf. Gesel. Basel*, t. XV, H. 2, p. 201-205.

8. Hogenraad, G.-B. On an Eisenrose of the Saint-Gothard. *Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam*, 28 mai 1903, p. 603-608.

9. Lewis, W.-J. Notes on minerals from the neighbourhood of Binn. *Min. Mag.*, XIII, nº 61, p. 291-293.

10. Schmidt, C. Die Erzbergwerke im Wallis. *Zeitschr. für prakt. Geol.* 1903, mai (3 pages).

11. Solly, R.-H. Bleisulfarsenite aus dem Binnenthal Theil III: Baumhauerit und Dufrenoysit. *Zeitschr. für Krystal. und Min.*, B. XXXVII, p. 321-344, 1903.

12. Solly, R.-H. Minerals from the Binnenthal. *Min. Soc. of London*, 17 nov, 1903.

II. Pétrographie.

13. Baltzer, A. Die granitischen Intrusivmassen des Aarmassivs. *Neues Jahrb. für Min. Geol. und Pal. Beilageb.*, XVI, p. 292-324.

14. Hecker, O Petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine des oberen Veltlin. *N. Jahrb. f. Min. geol. u. Pal. Beilageb.*, XVII, p. 313-352.

15. Hezner, L. Beitrag zur Kenntniss der Eclogite und Amphibolite mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommnisse des mittleren Œtzthales. *Tschermack's min. u. petr. Mittheil.*, N. F. B. XXII, p. 437-471 et 505-580.

16. Klech. Prophyrgebiet zwischen Lago Maggiore und Valsesia. *Eclogæ*, vol. VIII, p. 47-164.

17. Loup, L. Sur des roches erratiques des environs de Genève. *Thèse présentée à la Fac. des sciences de Genève*, 1903.

18. Preiswerk, H. Die metamorphen Peridotite und Gabbrogesteine in den Bündner Schiefer zwischen Visp und Brieg. *Vehr. der naturf. Ges. Basel*, B. XV, H. 2, p. 293-316.

19. Rüetschi, G. Zur Kenntniss des Rofnagesteines, ein Beitrag zur Gesteinsmetamorphose. *Eclogæ*, vol. VIII, p. 5-45.

III. Géophysique.

20. Billwiller, R. Bericht der Erdbeben Kommission für das Jahr 1902-1903. *Actes de la Soc. helv. des Sc. nat.* 1903, p. 167-168.

21. Bonney, T.-G. Alpine Valleys in relation to glaciers. *Quaterly Journ. Geol. Soc. London*, LVIII, p. 690-703.

22. Brückner, E. Bericht der Fluss-Kommission für das Jahr 1902-1903. *Actes de la Soc. helv. des Sc. nat.* 1903, p. 172-173.

23. Brunhes, J. Marmites fluviales et tourbillons. *Le Globe (Soc. de Géographie de Genève)*, t. XLII. *Bull.* p. 85-93.

24. Finsterwalder, S. et Muret, E. Les variations périodiques des glaciers. Huitième rapport, 1902, rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers. *Archives*, t. XV, p. 661-677 et t. XVI, p. 86-104.

25. Forel, F.-A. Sur les poussières éoliennes tombées en Suisse le 22 février 1903. *C. R. de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XV, p. 682 et t. XVI, p. 238.

26. Forel, F.-A. Les glaciers vont-ils disparaître? *C. R. Soc. vaud. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XV, p. 570.

27. Forel, F.-A. Recherches sur la transparence des eaux du Léman. *Vehr. der naturf. Gesel. Basel*, t. XVI, p. 229-240.

28. Forel, F.-A. Cendres volcaniques. *C. R. de la Soc. vaud. des Sc. nat. Archives*, t. XVI, p. 240.

29. Forel, F.-A., Lugeon, M. et Muret, E. Les variations périodiques des glaciers des Alpes. *An. du S. A. C.*, trente-huitième année, p. 299-326.

30. Hagenbach-Bischoff. Bericht der Gletscher-Kommission für das Jahr 1902-1903. *Actes de la Soc. helv. des Sc. nat.*, 1903, p. 174-179.

31. Heim, A. Einige Beobachtungen betreffend die Wünschelrute. *Vierteljahrsschrift der nat. Gesel. Zürich*, t. XLVIII, p. 287-306.

32. Lugeon, M., Ricklin, M. et Perriraz, F. Sur les bassins fermés des Alpes suisses. *C. R. de l'Acad. des Sc. de Paris.* 4 mai 1903.

33. Penck, A. Der Bodensee. *Vorträge des Vereins z. Verbreitung naturw. Kenntnisse in Wien*, 42. Jahrgang, H. 6.

34. Riggenbach, A. Die Erdbebenaufzeichungen der astronomisch-meteorologischen Anstalt im Bernouillanum zu Basel. *Verh. der nat. Ges. Basel*, t. XVI.

35. Ritter, G. Sur la disparition progressive des falaises molassiques de la rive S du lac de Neuchâtel. *C. R. de la Soc. neuchât. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XV, p. 340-343.

36. Schardt, H. L'origine du lac des Brenets. *C. R. de la Soc. neuchât. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XVI, p. 737-739.

37. Schardt, H. Rapport sur les venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Simplon du côté d'Iselle. Imprimerie Corbaz, Lausanne 1903. (Annexe au n° 44.)

38. Zschokke, E. Bericht der limnologischen Kommission für das Jahr 1902-1903. *Actes de la Soc. helv. des Sc. nat.* 1903, p. 169-170.

IV. Tectonique. — Descriptions générales.

Alpes et Préalpes.

39. Douvillé, H. Les Rallisgtöcke et le Gerihorn. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. III, p. 193-221.

40. Hœk. H. Geologische Untersuchungen im Plessurgebirge um Arosa. *Ber. der naturf. Gesel. z. Freiburg. i. Br.*, B. XIII, p. 215-270.

41. Lugeon, M. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses. *C. R. de la IXe session du Congrès géologique international*, p. 477-492.

42. Roessinger, G. et Stuart Jenkins. Géologie de la vallée de la Lenck. *C. R. de la Soc. vaud. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XV, p. 219.

43. Sarasin, Ch. Compléments sur la tectonique du massif des Annes, *Archives*, t. XVI, p. 669-701.

44. Schardt, H. Note sur le profil géologique et la tectonique du massif du Simplon. Imp. Corbaz, Lausanne 1903.

Jura et Plateau molassique.

45. Baumberger, E. Uber die Molasse im Seeland und im Bucheggberg. *Verh. der naturf. Gesel. Basel*, B. XV, H. 2, p. 317-328.

46. Mühlberg, Fr. Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura. *Neues Jahr. für Min. Geol. und Pal.* Beilageb. XVII, p. 464-485.

47. Rollier, L. Le plissement de la chaîne du Jura. *Annales de Géogr. de Paris*, t. XII, p. 403-410.

48. Schardt, H. Pli faille entre la Vue des Alpes et les Convers (Jura neuchâtelois). *C. R. de la Soc. neuchât. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XV, p. 344.

49. Schardt, H. Un lambeau de recouvrement jurassique sur le tertiaire, près de Buttes. *Bull. Soc. neuchât. des Sc. nat.*, t. XXIX.

50. Schardt, H. Les mouvements de rochers entre le Furcil et la Clusette, près de Noiraigues. *Ibid.*

51. Schardt, H. Rectification à la carte géologique des gorges de l'Areuse. *C. R. de la Soc. neuchât. des Sc. nat.*, *Archives*, t. XVI, p. 337-338.

52. SCHARDT, H. et DUBOIS, A. Description géologique de la région des gorges de l'Areuse. *Eclogæ*, vol. VII. p. 367-476.

53. SCHMIDT, C. Geologische Begutachtung des Ricken-Tunnels Wattwil-Kaltbrunn. Imp. A. Benteli, Berne 1902.

V. STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE.

Formations secondaires.

54. BAUMBERGER, E. Beiträge zur Kenntnis der Kreidebildungen auf dem Tessenberg und im Jorat. *Mitteil. der naturf. Gesel. in Bern.* 1903

55. BAUMBERGER, E. Fauna der unteren Kreide im westschweizerischen Jura. I. Teil. Stratigraphische Einteilung. *Mém. de la Soc. pal. suisse*, t. XXX, 60 pages

56. ESCHER-HESS, C. Mikroskopische Untersuchung einiger Sedimente : Trias, Lias. Zurich 1903.

57. LEUTHART, F. Die Keuperflora von Neuewelt bei Basel. I. Teil. Phanerogamen. *Mém. de la Soc. paléont. suisse*, t. XXX, 23 p. et 10 pl.

58. DE LORIOL, P. Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura lédonien, 2e partie. *Mém. de la Soc. paléont. suisse*, t, XXX, 84 p. et 14 pl.

59. NEWTON, R.-B. Ctenostreon Burckardti, nov. sp. from the middle Oolithes of Switzerland. *Proceed. of the malacological Society*, t. V, 3, p. 245-247.

60. ROLLIER, L. Beweis dass die Nattheim-Wettinger-Schichten auch auf der Basler Tafellandschaft ursprunglich vorhanden waren. *Vierteljahrsschr. der naturf. Gesel. Zürich.* B. XLVIII, p. 458-472.

61. SCHARDT, H. Le parallélisme des assises du Dogger dans le Jura. *C. R. de la Soc. neuchât. des Sc. phys. et nat.*, *Archives*, t. XVI, p. 732-733.

62. SCHARDT, H. Nouveau gisement d'Albien à la Coudre. *Bull. Soc. neuchât. des Sc. phys. et nat.*, t. XXIX, 20 p. et 1 profil.

Formations tertiaires.

63. HAUG, E. Sur l'âge des couches à Nummulites contortus et Cerithium Diaboli. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e série, t. II, p. 483-498.

64. KÆCH, M. Notiz über einen neuen Fund von Fischschiefern im

Flysch der schweizerischen Nordalpen. *Centralbl. für Min. Geol. und Pal.* 1903, p. 742-743.

65. Kissling, E. Die Schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, geotechnische Serie.* Lief. II, 1903, 76 pages.

66. Mayer-Eymar, Ch. Sur le Flysch et en particulier sur le Flysch de Biarritz. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. II, p. 383-393.

67. Rollier, L. Ueber das Verhältnis vom Helvetien zum Randengrobkalk in der Nordschweiz. *Centralbl. für Min., Geol. u. Pal.* 1903, p. 477-483.

68. Schardt, H. Coupe de la molasse aquitanienne de la colline de Marin. *Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXIX, 5 pages et 1 profil.

69. Schardt, H. Calcaire d'eau douce tertiaire, discordant sur l'Urgonien, près de Gorgier. *Bull. de la Soc. neuchât. des Sc. nat.*, t. XXIX.

70. Schardt, H. Coupe du terrain œningien du Locle. *C. R. Soc. neuch. des Sc. nat. Archives*, t. XVI, p. 233-234.

71. Stehlin, H. Die Säugetiere des schweizerischen Eocäns. I. Teil. *Mém. de la Soc. paléont. suisse*, t. XXX, 153 p. et 3 planches.

Formations quaternaires.

72. Eberhardt, B. Note sur le Quaternaire du Seeland. *Archives*, t. XVI, p. 75-85 et 213-228.

73. Bonney, T.-G. Moraines and Mud Streams in the Alps. *Geolog. Mag.*, Decad. 4, IX, 1902, p. 8-16.

74. Früh, J. Ueber postglacialen intramoränischen Loess bei Andelfingen (Zürich). *Vierteljahrschrift der naturf. Gesel. in Zürich*, B. XLVIII, 1903, p. 430-439.

75. Kollmann, J. Die in der Höhle von Dachsenbüel gefundenen Skelettreste des Menschen. *Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Gesel.* B. XXXIX, 1. Teil.

76. Meunier, St. Etude géologique du terrain quaternaire du canton de Vaud. *Bull. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun.* t. XV, 58 p.

77. Meunier, St. Etude géologique sur le terrain à galets striés des Préalpes vaudoises. *Revue générale des Sciences*, à Paris, 30 mars 1902.

78. Nuesch, J. Der Dachsenbüel, eine Höhle aus früh-neolithischer Zeit bei Herblingen (Schaffhausen). *Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Gesel.*, B. XXXIX, 1. Teil, p. 1-31.

79. NUESCH, J. Neue Grabungen und Funde im Kesslerloch bei Thayngen. *Ber. der XXXIV. allgem. Versamml. der deutschen anthropolog. Gesel.* 1903.

80. NUESCH, J. Das Kesslerloch, eine Höhle aus der paleolithischen Zeit neue Grabungen und Funde. *Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Gesel.*, B. XXXIV, 2. Teil.

81. PENCK, A. Einige neue Ergebnisse der Eisforschung in den Alpen. *Vortrag. an dem 13. Geographentag in Breslau.* 1901.

82. PENCK, A. et BRÜCKNER, Ed. Die Alpen im Eiszeitalter. Livr. 1 à 5. *Tauchnitz*, éditeur, Leipzig.

83. RENEVIER, E. L'Elan de Grandcour. *Eclogæ*, vol. VIII, page 46.

84. SCHARDT, H. Composition de la tourbe et coupe de l'alluvion du vallon du Locle. *Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat.*, t. XXIX.

85. SCHARDT, H. Phénomènes de lamination glaciaire dans le Val de Travers et à la Chaux-de-Fonds. *Ibidem.*

86. SCHARDT, H. Sur un dépôt tuffacé dans la Combe des Fahys près Neuchâtel. *Ibid.*

87. SCHARDT, H. Sur les dunes éoliennes et le terrain glaciaire des environs de Champion et d'Anet. *Ibid.*

88. SCHENCK, Al. Les sépultures et les populations préhistoriques de Chamblandes. *Bull. de la Soc. vaud. des Sc. nat.* t. XXIX, p. 115-210 et 241-328.

89. SCHÖTENSACK, O. Ueber die Kunst der Thaynger Höhlenbewohner. *Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Gesel.*, XXXIX. 2. Lief., p. 115-128.

90. STUDER, Th. Die Knochenreste aus der Höhle zum Kesslerloch bei Thayngen. *Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Gesel.*, t. XXXIX, 2. Lief., p. 75-112.

VI. BIBLIOGRAPHIE.

91. SARASIN, Ch. Revue géologique suisse pour l'année 1902. *Eclogæ*, vol. VII, p. 601-737.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE NOVEMBRE 1904

Le 1er, pluie dans la nuit et brouillard le matin.

2, forte bise pendant toute la journée.

5, **première gelée blanche à glace de la saison**; brouillard pendant la plus grande partie de la journée.

6, très forte rosée le matin.

7, très forte rosée le matin; pluie à 10 h. du soir.

8, pluie dans la nuit; neige sur le Jura; fort vent à 7 h. du matin.

9, forte rosée le matin; fort vent à 10 h. du matin et à 4 h. du soir; pluie à 4 h. et à 7 h. du soir.

10, pluie à 7 h. du matin.

11, pluie à 1 h. du soir.

12, forte rosée le soir.

13, gelée blanche le matin; forte bise de 1 h. à 7 h. du soir.

14, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.

16, très forte gelée blanche le matin.

17, très forte gelée blanche le matin.

18, très forte gelée blanche le matin.

19, très forte gelée blanche le matin.

20, très forte gelée blanche le matin; forte rosée le soir.

21, forte rosée le matin; fort vent à 10 h. du matin.

22, pluie et fort vent dans l'après-midi; neige sur le Jura et le Salève.

23, pluie dans la nuit; forte bise à 10 h. du matin et à 4 h. du soir; neige jusqu'au pied des montagnes environnantes.

25, forte bise à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.

26, légère gelée blanche le matin.

27, gelée blanche le matin.

28, quelques flocons de neige le matin.

29, légère gelée blanche le matin.

30, très forte gelée blanche le matin.

GENÈVE — NOVEMBRE 1904

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'inso-lation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	30.4	30.7	31.5	30.57	+ 4.41	29.6	31.5	S. 0	N. 1	S. 0	calme	1.4	10	9	10	9	9.6	....	....
2	31.9	32.7	34.1	32.65	+ 6.49	31.2	34.3	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	**24.9**	10	10	10	10	....	....	....
3	34.2	34.4	35.0	34.40	+ 8.25	33.8	35.1	NE. 1	ENE. 1	NE. 1	NE. 1	8.3	10	10	10	10	....	....	....
4	31.5	33.6	32.8	33.84	+ 7.68	32.6	34.9	N. 0	N. 1	E. 0	var.	4.1	10	3	0	4	4.0	....	....
5	31.3	29.6	29.1	30.32	+ 4.16	28.5	32.6	S. 0	SW. 1	NE 0	calme	1.3	10	5	7	8	1.6	....	....
6	28.9	28.3	28.8	28.58	+ 2.42	27.9	29.5	SW. 1	NNE. 0	ESE. 0	calme	1.3	3	0	0	2	6.8	....	....
7	27.5	25.3	22.9	25.97	− 0.20	22.2	28.7	S. 0	S. 0	SSW. 1	SSW. 1	6.9	5	8	10	8	3.1	5.3	4
8	23.8	29.4	33.3	27.70	+ 1.52	21.9	33.9	SSW. 2	N. 1	S. 1	var.	11.5	10	7	10	9	1.0	....	....
9	32.5	31.9	31.0	32.08	+ 5.89	30.8	33.1	S. 1	SSW. 1	SW. 1	SSW. 1	8.3	10	10	10	10	....	2.5	3
10	29.8	29.8	31.5	30.21	+ 4.01	29.7	31.5	N. 1	SW. 1	N. 0	var.	5.2	10	6	1	7	1.6	....	....
11	32.0	31.9	32.8	31.94	+ 5.73	31.1	32.8	S. 0	NW. 1	N. 0	var.	2.9	9	10	6	8	....	....	....
12	33.0	34.9	31.8	33.80	+ 7.58	32.8	35.1	SW. 1	N. 1	S. 0	N. 1	3.6	10	6	0	5	1.6	....	....
13	35.4	34.9	36.4	35.39	+ 9.15	34.5	36.4	S. 0	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 1	12.5	0	2	1	1	**8.3**	....	....
14	37.3	38.5	40.9	38.57	+12.32	36.5	41.3	NNE. 2	N. 1	S. 1	var.	8.8	9	10	7	7	1.7	....	....
15	41.3	40.2	38.5	**40.39**	**+14.12**	38.2	**41.6**	S. 0	N. 1	SE. 1	var.	2.1	10	1	0	4	3.8	....	....
16	36.1	33.5	32.5	34.67	+ 8.38	32.1	38.0	S. 0	N. 1	S. 0	calme	1.5	3	1	0	2	4.7	....	....
17	32.4	33.1	36.0	33.62	+ 7.31	32.2	36.1	S. 0	SE. 0	S. 0	var.	3.6	1	0	0	0	6.2	....	....
18	35.4	33.7	33.4	34.39	+ 8.05	32.8	35.8	S. 0	N. 1	SW. 1	var.	2.6	3	4	0	4	4.0	....	....
19	33.8	32.5	32.6	33.65	+ 6.69	32.0	33.8	S. 0	S. 0	S. 0	calme	0.9	2	0	0	0	5.7	....	....
20	31.8	29.8	29.7	30.71	+ 4.35	29.4	32.3	S. 0	SSW. 2	S. 0	SSW. 1	4.2	0	1	0	1	7.1	....	....
21	28.0	26.6	25.9	27.10	+ 0.69	25.2	29.2	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	9.8	1	2	7	1	4.6	....	....
22	20.7	18.0	18.5	19.59	− 6.85	16.2	21.0	WSW. 1	SSW. 2	ESE. 1	SSW. 1	11.5	10	10	10	10	....	**15.3**	**6**
23	16.8	16.7	16.1	16.68	− 9.79	16.0	18.2	E. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	11.8	10	10	9	10	....	....	....
24	15.8	15.7	16.1	**15.93**	**−10.57**	**15.4**	16.6	NNE. 2	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	9.8	10	10	10	10	0.2	....	....
25	17.5	18.6	21.6	18.84	− 7.69	16.9	22.0	NNE. 1	NNE. 2	WNW. 1	NNE. 1	10.9	10	10	10	10	....	....	....
26	23.5	22.9	23.6	23.21	− 3.36	22.5	23.9	E. 0	N. 1	NE. 1	calme	0.9	8	3	5	5	4.5	....	....
27	24.4	23.7	22.8	23.69	− 2.91	22.7	24.8	S. 0	S. 0	S. 0	var.	2.5	5	7	1	5	3.3	....	....
28	22.9	22.5	23.7	22.92	− 3.72	22.3	23.6	N. 0	W. 1	S. 0	var.	1.8	10	6	7	4	3.8	....	....
29	25.4	26.8	29.3	26.62	− 0.65	24.2	29.5	NE. 1	N. 1	S. 0	N. 1	1.9	7	1	0	2	5.8	....	....
30	31.2	30.8	31.4	30.84	+ 4.13	29.6	31.5	S. 0	N. 0	S. 0	calme	1.1	1	4	10	4	4.1	....	....
Mois	729.32	729.04	729.55	729.28	+ 3.43							5.93	7.9	5.5	5.1	5.8	88.8	23.1	13

Jour du mois	Température 7 h.	Température 1 h.	Température 9 h.	Température Moyenne 8 Observ.	Température Écart avec la normale	Température Min.	Température Max.	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Tempér. du Rhône Écart avec la normale	Limnimètre
	°	°	°	°	°	°	°									°	mm.
1	+ 7.8	+10.9	+ 8.6	+ 9.23	+ 2.26	+ 7.7	+12.0	98	90	97	95	+12	90	98	10.2	− 1.5	1615
2	7.7	8.8	7.8	8.02	+ 1.23	7.9	9.4	89	74	83	81	− 2	74	89	10.1	− 1.1	1665
3	6.6	8.8	7.8	7.63	+ 1.02	6.5	9.7	82	61	72	71	− 9	64	82	10.1	− 1.0	1641
4	+ 6.1	8.1	2.8	6.36	− 0.08	+ 1.7	9.8	82	70	98	80	− 3	70	98	11.2	− 0.1	1610
5	− 0.4	6.9	1.4	3.26	− 3.00	− 1.6	8.7	100	87	100	**97**	**+13**	87	100	10.9	− 0.2	1640
6	+ 3.0	11.8	5.9	8.00	+ 1.91	+ 2.7	13.7	97	64	85	82	− 2	60	97	....	.....	1605
7	3.0	14.0	11.1	8.49	+ 2.57	2.9	15.7	93	58	80	79	− 5	58	93	10.7	− 0.2	1605
8	9.2	8.1	6.4	8.67	+ 2.93	6.0	12.0	84	46	70	**67**	**−17**	**46**	84	10.1	− 0.6	1600
9	6.4	9.7	7.9	7.75	+ 2.18	5.7	10.5	71	65	83	70	−14	61	83	10.0	− 0.6	1571
10	8.1	14.4	8.6	**9.99**	+ **4.59**	6.7	**15.8**	96	74	57	86	+ 2	57	96	10.6	+ 0.1	1615
11	4.1	11.2	8.8	7.39	+ 2.15	4.1	12.0	98	70	92	90	+ 6	70	100	10.4	+ 0.1	1585
12	6.3	14.3	7.0	8.61	+ 3.51	4.8	15.0	96	67	97	89	+ 5	67	97	10.5	+ 0.3	1610
13	2.4	10.8	6.9	6.31	+ 1.40	1.0	11.3	97	69	70	81	− 3	60	99	9.4	− 0.6	1600
14	3.5	5.3	0.8	1.35	− 0.39	+ 0.6	7.5	86	71	88	75	− 9	59	88	....	.....	1595
15	+ 1.7	6.1	1.4	2.80	− 1.78	− 0.5	7.8	92	67	87	84	0	67	92	9.0	− 0.8	1610
16	− 1.2	6.8	+ 1.7	2.54	− 1.88	− 1.9	9.0	96	72	86	87	+ 3	67	96	9.0	− 0.7	1580
17	− 0.5	8.7	− 0.1	2.42	− 1.84	− 1.6	9.0	88	52	97	75	+ 9	52	97	8.3	− 1.3	1500
18	− 2.8	4.9	− 0.4	0.48	− 3.62	− 3.0	6.5	96	71	92	87	+ 3	71	96	9.0	− 0.4	1590
19	− 3.7	9.1	− 0.1	1.30	− 2.65	− 4.0	9.5	100	56	92	83	− 1	56	100	8.1	− 1.2	1585
20	− 2.0	12.2	+ 5.6	4.13	+ 0.34	− 2.9	12.6	92	52	81	79	− 5	52	93	....	.....	1585
21	+ 6.3	11.1	6.2	7.45	+ 3.81	+ 4.0	11.3	76	51	67	70	−14	51	85	7.7	− 1.4	1582
22	6.1	6.4	2.7	5.58	+ 2.09	2.6	9.5	67	82	89	81	− 3	55	98	7.5	− 1.5	1560
23	1.0	2.9	2.6	2.10	− 1.24	0.6	3.8	100	74	80	85	+ 1	65	100	7.0	− 1.8	1565
24	+ 1.2	2.6	+ 1.3	1.71	− 1.49	+ 0.7	3.3	78	64	81	74	−11	64	81	6.7	− 2.0	1570
25	− 0.4	0.4	− 1.2	+ 0.24	− 2.82	− 1.5	1.8	76	75	84	78	− 7	74	88	7.0	− 1.6	1570
26	− 3.4	0.8	− 2.5	− 1.21	− 4.13	− 4.3	3.2	87	82	87	83	− 2	65	89	6.6	− 1.9	1555
27	− 4.9	1.8	− 1.4	− 2.51	− 5.32	− 5.0	3.0	90	72	94	86	+ 1	72	94	....	.....	1535
28	− 3.2	2.1	− 3.4	− 1.78	− 4.42	− 4.7	4.0	94	63	95	86	+ 1	63	96	7.1	− 1.2	1560
29	− 3.7	1.3	− 3.6	− 2.25	− 4.76	− 6.0	2.4	93	75	90	86	+ 1	75	97	6.7	− 1.5	1535
30	− 7.4	+ 0.7	− 2.6	− **3.32**	− **5.70**	− **7.7**	+ 2.0	94	71	92	86	+ 1	71	98	6.3	− 1.8	1530
Mois	+ 1.92	+ 7.38	+ 3.27	+ 4.12	+ 0.43	+ 0.67	+ 8.73	89	68	86	82	− 1			8.88	− 0.75	1589

MOYENNES DE GENÈVE. — NOVEMBRE 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	30.53	30.18	30.49	31.07	30.57	30.35	30.95	30.92	30.63
2e »	34.92	34.79	34.86	35.01	34.31	34.04	34.53	34.78	34.66
3e »	22.74	22.46	22.61	22.90	22.22	21.99	22.52	22.90	22.54
Mois	29.40	29.14	29.32	29.66	29.04	28.79	29.33	29.53	29.28

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 6.91	+ 6.53	+ 5.75	+ 8.09	+10.15	+ 9.65	+ 7.96	+ 6.88	+ 7.74
2e »	+ 1.44	+ 0.72	+ 0.75	+ 4.94	+ 8.94	+ 7.92	+ 4.93	+ 2.62	+ 4.03
3e »	— 0.42	— 0.43	— 0.75	+ 1.13	+ 3.04	+ 2.19	+ 0.91	— 0.89	+ 0.60
Mois	+ 2.64	+ 2.27	+ 1.92	+ 4.72	+ 7.38	+ 6.59	+ 4.60	+ 2.87	+ 4.12

Fraction de saturation en %.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyennes
1re décade	86	86	89	79	69	71	83	86	81
2e »	92	94	94	81	65	68	81	89	83
3e »	89	87	86	77	71	75	81	86	81
Mois	89	89	89	79	68	71	81	87	82

Dans ce mois l'air a été calme 368 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{72}{48} = 1.50.$

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 28°.1 E.
Son intensité est égale à 13.4 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique.......	729.30
Nébulosité..................	5.9
Température $\frac{7+1+9}{3}$ ..	+ 4°.19
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$ ..	+ 3°.96
Fraction de saturation........	81 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

	mm
Press. atmosphér.. (1836-1875).	725.85
Nébulosité.. ..... (1847-1875).	7.9
Hauteur de pluie.. (1826-1875).	74mm.0
Nombre de jours de pluie. (id.).	11
Température moyenne... (id.).	+ 4°.55
Fraction de saturat. (1849-1875)	83 %

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	45.4	40.9	32.0	23.7	36.0	30.0	27.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	25.2	23.1	20.7	16.1	18.3	23.0

Durée totale de l'insolation à Jussy : 92h.5.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE NOVEMBRE 1904

Le 4, grande sécheresse de l'air, fraction de saturation : 4 % à 10 h. du matin.
7, pluie et neige; fort vent le soir.
8, violente bise dans l'après-midi.; neige et brouillard.
9, forte bise; brouillard et neige,
10, très forte bise; brouillard le matin et le soir; neige.
12, léger brouillard à 1 h. du soir.
13, grande sécheresse de l'air, fraction de saturation : 12 % à 6 h. du matin.
16, forte bise dans l'après midi.
22 et 23, forte bise; neige.
24, neige à 1 h. du soir.
25, brouillard le soir; neige.
30, violente bise pendant l'après-midi; grande sécheresse de l'air, fraction de saturation : 15 % à 4 h. du matin.

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Barographe Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	67.3	67.6	67.7	67.5	+ 4.2	67.0	67.9	SW. 2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	7	0	6	....	....
2	67.4	67.9	68.6	68.0	+ 4.8	67.2	68.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
3	68.9	69.9	70.6	69.8	+ 6.6	68.7	70.7	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
4	70.8	71.3	71.2	71.1	+ 8.0	70 7	71.4	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
5	69.6	68.7	67.2	68.5	+ 5.5	67.0	70.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	2	1	....	....
6	65.9	65.6	66.0	65.8	+ 2.8	65.3	66.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	0	0	1	....	....
7	64.6	64.0	62.0	63.5	+ 0.6	61.5	65.1	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW 1	0	1	4	2	7.3	11
8	60.2	61 6	64.4	62.1	− 0.8	60.0	65.0	NE. 1	NE. 4	NE. 3	NE. 3	10	10	7	9	....	....
9	65.6	65.4	66.0	65.7	+ 2.9	65.0	66.2	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	4	10	8	9.4	10
10	65.4	65.8	67.0	66.1	+ 3.4	65.2	67.4	NE. 3	NE. 2	NE. 1	NE. 2	10	3	10	8	2.7	2
11	67.8	68.5	69.3	68.5	+ 5.8	67.6	70.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	8	1	4	....	....
12	70.1	70.5	71.0	70.5	+ 7.8	70.0	71.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	10	0	4	....	....
13	71.0	70.9	71.2	71.0	+ 8.4	70.8	71.4	NE 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
14	71.1	71 8	73.0	72.0	+ 9.5	71.0	73.2	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
15	73.7	73.3	72.4	**73.1**	+ **10.6**	72.0	**73.9**	NE. 1	NE 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
16	70.5	68.7	67.3	68.8	+ 6.3	67.1	70.7	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	0	1	0	0	....	....
17	66.6	67.6	68.8	67.7	+ 5.3	66.4	69.0	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	2	0	0	1	....	....
18	68.4	68.5	69.0	68.6	+ 6.2	68.0	69.2	SW. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	4	0	0	1	....	....
19	69.3	69.4	69.4	69.4	+ 7.1	69.0	69.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
20	68.0	66.6	65.5	66.7	+ 4.4	65.0	68.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	2	0	1	....	....
21	63.4	61.8	60.7	62.0	− 0.3	60.4	63.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	1	0	1	....	....
22	58.3	56.1	54.0	56.1	− 6.1	52.8	58.6	NE. 1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	5	10	9	8	**22.0**	**26**
23	51.9	51.1	50.7	51.2	− 11.0	50.5	52.3	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	10	10	10	10	3.1	3
24	49.4	49.7	49.7	**49.6**	− **12.5**	**49.2**	50.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	10	2	7	2.6	2
25	50.8	51.3	52.5	51.5	− 10.6	50.4	53.0	NE. 0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	4	10	5	1.1	1
26	53.7	53.9	54.3	54.0	− 8.1	53.4	54.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	2	0	4	....	....
27	54.7	54.6	54.3	54.5	− 7.6	54.0	54.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
28	54.5	54.4	54.7	54 5	− 7.5	54.2	55.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	1	0	4	....	....
29	56.7	58.3	60.4	58.5	− 3.5	55.5	60.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
30	62.0	62.5	63.2	62.6	+ 0.6	61.5	63.7	NE. 1	NE. 3	NE. 3	NE. 3	0	1	0	0	....	....
Mois	63.92	63.91	64.07	63.97	+ 1.93							3.2	2.9	2.1	2.8	48.2	55

GRAND SAINT-BERNARD – NOVEMBRE 1904

Jour du mois	Température 7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	Fraction de saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	− 2.8	− 0.1	− 1.9	− 1.6	+ 1.6	− 2.9	+ 0.6	81	71	83	79	73	90
2	− 3.7	0.0	− 3.8	− 2.5	+ 0.8	− 4.0	1.2	78	65	81	75	64	88
3	− 4.4	− 0.5	− 1.2	− 2.0	+ 1.4	− 4.9	2.1	56	33	32	40	22	70
4	+ 3.0	+ 5.6	+ 3.4	+ **4.0**	+ **7.6**	− 0.8	**6.2**	6	16	13	**12**	**4**	25
5	+ 2.9	+ 4.6	+ 0.9	+ 2.8	+ 6.5	+ 0.8	5.2	18	31	40	30	15	48
6	− 2.8	− 0.6	− 3.7	− 2.4	+ 1.5	− 3.8	+ 1.2	49	48	75	57	13	85
7	− 3.3	− 2.0	− 2.4	− 2.6	+ 1.4	− 4.8	− 1.9	30	59	69	53	28	88
8	− 4.0	−10.0	− 9.0	− 7.7	− 3.6	−10.2	− 2.8	84	87	84	85	83	90
9	− 8.4	− 2.8	− 2.2	− 4.5	− 0.3	− 9.8	− 2.0	84	69	88	80	62	92
10	− 2.0	− 0.2	− 3.6	− 1.9	+ 2.5	− 4.1	0.0	88	86	88	87	55	93
11	− 1.8	+ 0.7	− 2.2	− 1.1	+ 3.4	− 4.6	+ 1.1	45	57	85	62	31	95
12	− 2.1	− 0.1	− 1.2	− 1.1	+ 3.6	− 3.0	0.9	76	85	26	62	22	95
13	− 1.1	+ 1.8	− 1.0	− 0.1	+ 4.7	− 2.1	+ 2.0	13	23	50	29	12	52
14	− 1.3	− 3.8	− 2.8	− 2.6	+ 2.3	− 7.0	− 1.0	42	83	46	57	38	90
15	− 2.6	− 0.8	− 3.1	− 2.2	+ 2.8	− 4.6	+ 0.2	42	54	66	54	10	68
16	− 3.2	− 1.0	− 4.3	− 2.8	+ 2.3	− 4.6	− 0.9	71	74	80	75	60	85
17	− 3.3	− 0.3	− 4.2	− 2.6	+ 2.7	− 5.1	− 0.8	54	51	53	53	26	58
18	− 2.5	+ 0.8	− 0.6	− 0.8	+ 4.6	− 5.1	+ 1.3	35	34	38	36	18	40
19	+ 0.8	+ 3.4	+ 0.3	+ 1.5	+ 7.0	− 0.8	3.4	40	41	40	40	24	42
20	+ 0.4	+ 3.5	− 2.5	+ 0.5	+ 6.1	− 2.7	+ 3.5	36	35	39	37	21	40
21	− 6.8	− 4.0	− 7.2	− 6.0	− 0.3	− 7.2	− 2.2	69	74	80	74	38	82
22	− 7.3	− 6.7	− 8.0	− 7.3	− 1.5	− 9.0	− 6.5	81	100	98	93	62	100
23	−10.0	− 8.4	−11.7	−10.0	− 4.1	−12.1	− 8.0	96	91	96	**94**	77	99
24	−12.6	−10.0	−14.0	−12.2	− 6.2	−14.9	− 9.8	90	86	94	90	78	98
25	−14.2	−12.5	−15.8	−14.2	− 8.1	−17.5	−11.6	75	59	90	75	18	92
26	−17.4	−15.8	−17.8	**−17.0**	**−10.8**	−19.0	−15.8	90	91	90	90	89	93
27	−17.6	−13.6	−15.8	−15.7	− 9.4	**−19.7**	−13.4	74	64	71	70	53	85
28	−14.4	−12.6	−16.1	−14.4	− 8.0	−17.0	−12.5	89	73	90	84	52	95
29	−13.7	− 9.7	−11.2	−11.5	− 5.0	−17.5	− 9.6	42	32	32	35	25	85
30	−10.7	− 9.5	− 7.8	− 9.3	− 2.7	−12.0	− 8.4	31	56	75	54	15	85
Mois	− 5.53	− 3.49	− 5.68	− 4.90	+ 0.39	− 7.50	− 2.60	59	61	66	62		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1904

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 500mm + | **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	66.57	66.78	67.07	66.81	57	57	65	60
2e »	69.65	69.58	69.69	69.63	45	54	52	50
3e »	55.54	55.37	55.45	55.45	74	73	82	76
Mois	63.92	63.91	64.07	63.97	59	61	66	62

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 2.55	— 0.60	— 2.35	— 1.84	— 1.96
2e »	— 1.67	+ 0.42	— 2.16	— 1.13	— 1.39
3e »	— 12.47	— 10.28	— 12.54	— 11.76	— 11.96
Mois	— 5.53	— 3.49	— 5.68	— 4.90	— 5.09

Dans ce mois l'air a été calme 11 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{91}{22} = 4.14$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 76.7 sur 100.

Pluie et neige dans le Val d'Entremont.

Station	Martigny-Ville	Orsières	Bourg-St-Pierre	St-Bernard
	mm	mm	mm	mm
Eau en millimètres.....	24.6	20.7	16.8	48.2
Neige en centimètres....	0cm	3cm	10cm	55cm

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME DIX-HUITIÈME

(4me PÉRIODE)

1904. — Nos 7 à 12.

Compte rendu des séances de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

CHIMIE

BOTANIQUE

ZOOLOGIE

MÉTÉOROLOGIE

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1904, Tomes XVII et XVIII (Quatrième période)

H

I

S

